

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年12月31日 (31.12.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/001220 A1

- (51) 国際特許分類: F02M 51/00, 59/34
(21) 国際出願番号: PCT/JP2002/006162
(22) 国際出願日: 2002年6月20日 (20.06.2002)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡本 多加志 (OKAMOTO, Takashi) [JP/JP]; 〒312-8503 茨城県ひた

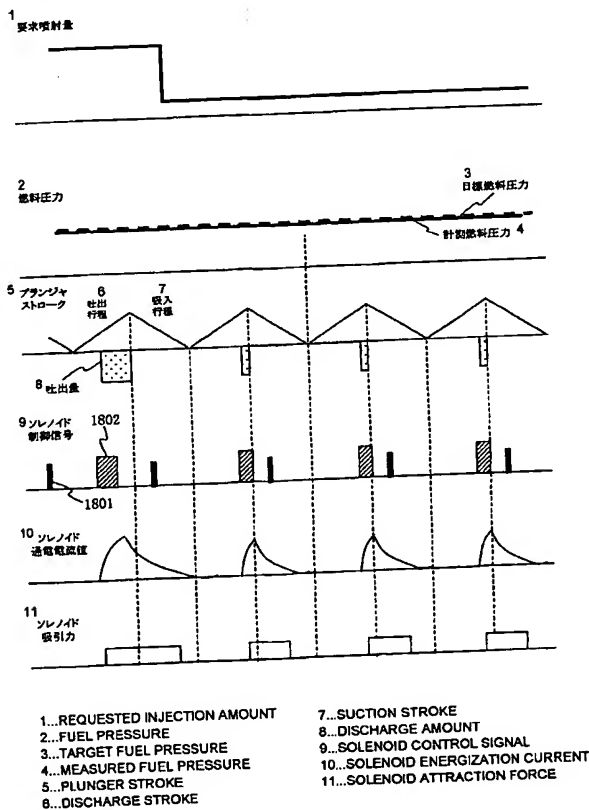
ちなか市高場 2520番地 株式会社日立製作所 自動車機器グループ内 Ibaraki (JP). 山田 裕之 (YAMADA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒312-8503 茨城県ひたなか市高場 2520番地 株式会社日立製作所 自動車機器グループ内 Ibaraki (JP). 嶋田 耕作 (SHIMADA, Kousaku) [JP/JP]; 〒312-8503 茨城県ひたなか市高場 2520番地 株式会社日立製作所 自動車機器グループ内 Ibaraki (JP). 松藤 弘二 (MATSUFUJI, Koji) [JP/JP]; 〒312-8503 茨城県ひたなか市高場 2520番地 株式会社日立製作所 自動車機器グループ内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 平木 祐輔 (HIRAKI, Yusuke); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門5森ビル3階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: CONTROL DEVICE OF HIGH-PRESSURE FUEL PUMP OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置



(57) Abstract: A control device of a high-pressure fuel pump of an internal combustion engine capable of improving stability in controlling the drive of the high-pressure fuel pump by limiting the end timing of a drive signal of the high-pressure fuel pump and driving an actuator in a control effective range of the high-pressure fuel pump. The control device of the high-pressure fuel pump of the internal combustion engine has a fuel injection valve provided on a cylinder and the high-pressure fuel pump for pumping fuel to the fuel injection valve, wherein the high-pressure fuel pump comprises a pressure chamber, a plunger for pressurizing the fuel in the pressure chamber, and the actuator for operating the fuel valve. The control device has a means for calculating the drive signal of the actuator so as to realize the variable discharge of the high-pressure fuel pump. The means for calculating the drive signal has a means for limiting the end timing of the drive signal of the actuator to a predetermined phase and/or a means for limiting the output timing of the drive signal of the actuator to be within a predetermined phase range.

(57) 要約: 高圧燃料ポンプの駆動信号の終了タイミングを制限すること、及び、高圧燃料ポンプの制御有効範囲においてアクチュエータを駆動することにより、高圧燃料ポンプの駆動制御の安定性の向上を図ることのできる内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置を提供する。気筒に備えられた燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプと、を有する内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置であって、前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、該加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記加圧室内に設けた燃料通過弁と、該燃料通過弁を操作するアクチュエータとを有し、前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量を可変とする手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを所定の位相に制限する手段及び/又は前記アクチュエータの駆動

[続葉有]

WO 2004/001220 A1



(81) 指定国 (国内): JP, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置

技術分野

本発明は、内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置に係り、特に、内燃機関の燃料噴射弁に圧送される高圧燃料の吐出量を可変に調節できる内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置に関する。

背景技術

現在の自動車は、環境保全の観点から自動車の排出ガスに含まれる一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）、窒素酸化物（NO_x）等の特定物質の排出ガスの削減が要求されており、これらの削減を目的として、ダイレクトインジェクションエンジン（筒内噴射内燃機関）の開発が行われている。前記筒内噴射内燃機関は、燃料噴射弁による燃料噴射を気筒の燃焼室内に直接行うものであり、前記燃料噴射弁から噴射される燃料の粒径を小さくさせることによって前記噴射燃料の燃焼を促進し、前記排出ガス中の特定物質の削減及び内燃機関出力の向上等を図っている。

ここで、前記燃料噴射弁から噴射される燃料の粒径を小さくするには、前記燃料の高圧化を図る手段が必要になり、このため前記燃料噴射弁に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプの技術が各種提案されている（例えば、特開平10-153157号公報、特開2001-123913号公報、特開2000-8997号公報、特開平11-336638号公報、特開平11-324860号公報、特開平11-324757号公報、特開2000-18130号公報、特開2001-248515号公報等参照）。

前記特開平10-153157号公報記載の技術は、内燃機関の高圧燃料供給装置における燃料供給能力の向上を図るものであり、前記装置の可変吐出量高圧ポンプは、ポンプ室に3つの通路、すなわち、前記ポンプ室に低圧燃料を流入させる流入通路と、コモンレールに高圧燃料を送る供給通路と、スピル通路とが連通されており、前記スピル通路にはスピル弁が接続され、前記スピル弁の開閉動作によって

燃料タンクへのスピル量を制御することにより吐出量を調整している。特開 2 0 0 1-1 2 3 9 1 3 号公報所載の技術は、ポンプ室の容積を吸入行程開始から吐出行程終了直前までの間に变化させることにより、吐出量を調整している。

また、前記特開 2 0 0 0-8 9 9 7 号公報所載の技術は、燃料噴射弁の燃料噴射量に応じて供給される高圧燃料の流量制御を行うことにより、高圧燃料ポンプ駆動力の低減及び流量制御用の弁が作動しない場合にも燃料の供給を行うものであり、吸入弁の下流側（加圧室側）の圧力が上流側（吸入口側）の圧力に対して同等又はそれ以上のときに前記吸入弁に閉弁力が発生するものであって、前記吸入弁が閉弁方向に移動した際に係合するように付勢力を与えられた係合部材、外部入力により前記付勢力と逆方向の付勢力を係合部材に作用させるアクチュエータが設けられており、前記吸入弁の開閉動作により燃料吐出量を調節しているものである。

さらに、前記特開平 1 1-3 3 6 6 3 8 号公報所載の技術は、内燃機関運転状態にかかわらず精度良く燃料調量を行うものであり、3 筒式ポンプにおいて燃料吐出量のサイクル変動を防止するため、ポンプの圧送に同期させて電磁弁の開閉を制御している。

さらにまた、前記特開平 1 1-3 2 4 8 6 0 号公報所載の技術は、可変吐出量高圧ポンプにおいて流量制御の高精度化、装置の小型化及びコスト低減を図るものであり、前記特開平 1 1-3 2 4 7 5 7 号公報所載の技術は、燃料噴射圧力を可変制御する装置において目標圧力が変化した場合の応答性の向上を図るものであり、前記特開 2 0 0 0-1 8 1 3 0 号公報所載の技術は、燃料ポンプから吐出される燃料を常閉の電磁弁を用いて吸込み側にリリースさせ、燃料噴射弁側の燃圧制御を行い、信頼性の向上を図るものである。

さらにまた、前記特開 2 0 0 1-2 4 8 5 1 5 号公報所載の技術は、前記常閉の電磁弁に与えられる開弁信号をコイル温度異常上昇を防ぐ目的で、燃料ポンププランジャの上死点から下死点に向かう吸入行程中における上死点過ぎの所定の位置において終了するように構成されている。

ところで、前記可変吐出量高圧ポンプによる従来の燃料圧力制御の動作タイミングチャートは、図 2 7 に示すように、カム角信号とクランク角信号とから R E F 信号 1 8 0 1 が生成され、R E F 信号 1 8 0 1 を基準にして、角度又は時間制御でア

クチュエータ駆動信号であるソレノイド制御信号（パルス）1802が出力される。ソレノイド制御信号1802を終了してもコイルにはしばらく電流が流れるため、ソレノイドは吸引力を維持したままとなる。

例えば、ポンプに少量吐出量要求がなされた場合、ソレノイド制御信号1802は、図27に示されているように、プランジャ上死点付近で出力され（制御内容詳細は、後述）、このとき、ソレノイドの吸引力が次の吐出行程まで維持されたままとなった場合、高圧燃料ポンプの特性によりポンプは全量吐出を行う。つまり、前記高圧ポンプは全量吐出を行う一方で、ポンプには少量吐出を要求していることから、計測燃料圧力は目標燃料圧力に追従することが不可能となる。

また、図28に示すように、回転数及び負荷に基づいて算出された目標燃料圧力1803が大きく上昇した場合には、実際の燃料圧力である計測燃料圧力1804を目標燃料圧力1803に追従させるため、できる限り多くの燃料を吐出しようとし、F/B量が大きくなるので、本来の吐出すべき領域ではない領域にてソレノイド制御信号1802が出力され、これが続くと、図28に示すように、基準点である前記REF信号1801からソレノイド制御信号1802が出力され得ることになる。

ここで、例えば、前記REF信号1801が、吐出通路に燃料圧送を可能とする位相上でない場合には、前記高圧ポンプは吐出通路に燃料圧送不能になる一方で、燃料噴射弁は燃料噴射を行うことから、計測燃料圧力1804は目標燃料圧力1803に追従することができなくなる。

これらの例から理解されるように、従来のものは、内燃機関の運転条件における最適な燃料圧力を実現することができなくなり、ピストン表面に燃料が付着する等によって安定した燃焼が得られなくなり、排出ガスの悪化という問題が発生する。

即ち、本発明者は、可変吐出量高圧ポンプの制御においては、前記ソレノイド制御信号の出力するタイミング、終了するタイミングおよびその幅を制御することが重要であるとの知見を得たものであること、つまり、高圧燃料ポンプ制御装置は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを、エンジン回転数、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、バッテリー電圧、コイル抵抗の少なくとも1つを用いて算出し、前記プランジャの上死点以前に制限すること、及び、前記アクチュエータの駆

動信号の出力タイミングを圧送できる位相範囲である所定のアクチュエータ動作時間及び前記プランジャが下死点から上死点に達するまでの時間内に制限する必要があるとの新たな知見を得たものである。

しかし、前記従来の各技術は、例えば、コモンレールに送る燃料圧送量を調節するスピル弁の開閉時期を制御装置から送ること等については記載されているものの、可変吐出量高圧ポンプのアクチュエータであるソレノイドの制御信号を制限する点については示されていないし、前記の点についての格別の配慮もなされていない。

本発明は、前記のような問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高圧燃料ポンプの駆動信号の終了タイミングを制限すること、及び、高圧燃料ポンプの制御有効範囲においてアクチュエータを駆動することにより、高圧燃料ポンプの駆動制御の安定性の向上を図ることのできる内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置を提供することにある。

発明の開示

前記目的を達成すべく、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、基本的には、気筒に備えられた燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプと、を有し、前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、前記加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記加圧室内に設けた燃料燃料通過弁と、前記燃料通過弁を操作するアクチュエータとを有するものであり、前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量又は圧力を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを所定の位相に制限する手段を有することを特徴としている。

前記の如く構成された本発明の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、燃料の吸入通路を閉じさせるアクチュエータの駆動信号の出力時期が、燃料吐出量の制御を確実に可能とする位相の範囲内に制限されているので、燃料圧力を最適かつ迅速に制御することができ、燃焼の安定化及び排出ガス性能の改善に貢献することができる。

また、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の具体的な態様は、前記

所定の位相に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを、前記プランジャの上死点以前に制限することを特徴としている。

更に、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の他の具体的な態様は、前記所定の位相に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを、エンジン回転数、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、バッテリー電圧、コイル抵抗の少なくとも1つを用いて算出することを特徴としている。

更にまた、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の具体的な態様は、前記所定の位相に制限する手段は、電子回路を用いているものであることを特徴とし、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングが前記所定の位相に制限された場合、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、燃料噴射時期、点火時期の少なくとも1つを変更制御することを特徴としている。

前記の如く構成された本発明の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、アクチュエータの駆動信号の終了タイミングが前記所定の位相に制限されたことに加えて、内燃機関の運転が成層燃焼中か、燃料圧力の脈動が許容値以内か等を踏まえて、内燃機関の燃焼の切り換え制御を行うことができる。

本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の他の態様は、前記制御装置が、前記高圧燃料ポンプの吐出量又は圧力を可変とすべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングが所定の位相以降の場合に駆動信号を出力しない手段を有することを特徴としており、前記駆動信号が出力されなかった場合、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、燃料噴射時期、点火時期の少なくとも1つを変更制御することを特徴としている。

前記の如く構成された本発明の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、前記ポンプ制御装置の制御処理において、前記アクチュエータの駆動要求時間が運転条件等で算出される駆動時間より大きくなることがあり、このような場合最悪条件として燃料通過弁を確実に閉弁できない可能性があつて、前記高圧ポンプが圧送を行えず、燃料圧力が脈動を大きくする可能性がある。この場合は、前記アクチュエータの駆動信号の出力することが不可能であると判定し、ポンプ位相制御信号駆動時間＝0として、ソレノイドへの通電（アクチュエータの駆動）を禁止するものである。

更に、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の更に他の態様は、前記制御装置が、前記高圧燃料ポンプの吐出量を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを所定の位相の範囲内に制限する手段を有することを特徴としている。

前記の如く構成された本発明の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、REF信号を基準とした制限間隔の後に、前記アクチュエータの駆動信号をポンプ圧送可能位相範囲内の角度又は時間に出力できるので、目標燃料圧力が大きく上昇しても、プランジャの下死点における燃料吐出量を確保することができ、実燃料圧力である計測燃料圧力が目標燃料圧力に迅速に追従されて燃圧の上昇が促進され、各燃料噴射弁からの噴霧粒径の微粒化を促進させることができるとともに、HCの排出量の低減も達成することができ、内燃機関始動時には、その始動時間の短時間化を図ることができる。

更にまた、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の他の具体的な態様は、前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から前記アクチュエータ動作時間分遡った時点以降に制限することを特徴とし、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャが上死点に到達する時点以内に制限することを特徴とし、更に、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から上死点に達するまでの間、及び、前記プランジャの下死点前であって前記アクチュエータ動作時間以内に制限することを特徴としている。

更にまた、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の他の具体的な態様は、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの基本角度、目標となる燃料圧力及び実際の燃料圧力に基づいて、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段と、前記アクチュエータの作動遅れを補正する手段とを有し、これらの出力信号に基づいて前記アクチュエータの動作開始時間を算出することを特徴とし、前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段からの出力信号に対して制限を行うことを特徴とし、更に、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段及び前記アクチュエータの作動遅

れを補正する手段からの出力信号に対して制限を行うことを特徴としている。

更にまた、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の他の具体的な態様は、前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、内燃機関の運転状態に応じて前記位相の範囲を検索することを特徴とし、前記実際の燃料圧力と前記目標となる燃料圧力との差から算出されるフィードバック制御量に対して制限を行うことを特徴とし、前記実際の燃料圧力を前記目標となる燃料圧力に一致させる制御量に対して制限を行うことを特徴とし、及び、電子回路であることを特徴としている。

更にまた、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の他の具体的な態様は、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の幅を内燃機関回転数又は及びバッテリー電圧によって可変させることを特徴としている。

更にまた、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の更に他の態様は、前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって所定時間以上続いた場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させることを特徴とし、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも小さい場合には、前記高圧燃料ポンプに全吐出させることを特徴とし、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも大きい場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させることを特徴とし、及び、前記所定値又は前記所定時間は、内燃機関の運転状態に応じて検索されることを特徴としている。

前記の如く構成された本発明の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、目標燃料圧力と計測燃料圧力との圧力差が既定値未満のときには、計測燃料圧力を目標燃料圧力に追従させるべく通常のF/B制御を行い、目標燃料圧力が計測燃料圧力よりも大きい場合には、プランジャの下死点からの全吐出制御を行うことができる。つまり、高圧燃料ポンプに全吐出を行わせることにより、計測燃料圧力を迅速に目標燃料圧力に近付けることができる。

一方、計測燃料圧力の方が目標燃料圧力より大きい場合には、高圧燃料ポンプによる加圧禁止制御を行う。つまり、アクチュエータのOFF信号を出力若しくはプ

ランジャの上死点にてON信号を出力し、高圧燃料ポンプによる加圧を禁止にすることにより、計測燃料圧力を迅速に目標燃料圧力に近付けることができる。

また、高圧燃料配管系に異常が起き、燃料圧力が既定値以上に上昇した場合に高圧燃料ポンプが加圧禁止となって燃料圧力上昇を抑制することができるので、システムの安全性の向上にも貢献できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置を備えた内燃機関の制御システムの全体構成図。

図2は、図1の内燃機関制御装置の内部構成図。

図3は、図1の高圧燃料ポンプを備えた燃料系システムの全体構成図。

図4は、図3の高圧燃料ポンプの縦断面図。

図5は、図3の高圧燃料ポンプの動作タイミングチャート。

図6は、図5の動作タイミングチャートの補足説明図。

図7は、図1の高圧燃料ポンプ制御装置による基本制御ブロック図。

図8は、図3の高圧燃料ポンプにおける吐出流量特性を示す図。

図9は、図1の高圧燃料ポンプ制御装置の基本動作タイミングチャート。

図10は、図1の高圧燃料ポンプ制御装置のポンプ制御信号算出手段の制御ブロック図。

図11は、図3の高圧燃料ポンプにおけるソレノイド制御信号と吸引力の関係を示す図。

図12は、図10の高圧燃料ポンプ制御装置のポンプ制御信号算出手段の補足説明図。

図13は、図10のポンプ制御信号算出手段の通電時間最大値算出手段の他の実施例の基本制御ブロック図。

図14は、本発明の第二実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置のポンプ制御信号算出手段の制御ブロック図。

図15は、図10の高圧燃料ポンプ制御装置の動作フローチャート。

図16は、本発明の各実施形態の内燃機関の制御装置におけるポンプが圧送を行

えず燃料圧力が脈動する可能性のある場合の制御フローチャート。

図 17 は、本発明の第三実施形態のポンプ制御信号算出手段の制御ブロック図。

図 18 は、図 17 のポンプ制御信号算出手段の動作フローチャート。

図 19 は、図 17 のポンプ制御信号算出手段における高圧燃料供給システムの安定性を増加させる処理の制御フローチャート。

図 20 は、本発明の第四実施形態のポンプ制御信号算出手段の制御ブロック図。

図 21 は、本発明の第五実施形態のポンプ制御信号算出手段の制御ブロック図。

図 22 は、本発明の第六実施形態のポンプ制御信号算出手段の制御ブロック図。

図 23 は、図 22 のポンプ制御信号算出手段における高圧燃料供給システムの安定性を増加させる処理の他の制御フローチャート。

図 24 は、本発明の各実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置の基本動作タイミングチャート。

図 25 は、本発明の各実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置の燃圧制御時の基本動作タイミングチャート。

図 26 は、本発明の各実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置における燃圧制御時の出力タイミングを制限した場合の動作タイミングチャート。

図 27 は、従来の高圧燃料ポンプ制御装置の燃圧制御時の基本動作タイミングチャート。

図 28 は、従来の高圧燃料ポンプ制御装置における燃圧制御時の動作タイミングチャート。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に基づき本発明の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置の一実施形態について説明する。

図 1 は、本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置を備えた筒内噴射内燃機関 507 の制御システムの全体構成を示したものである。筒内噴射内燃機関 507 は 4 気筒からなり、各シリンダ 507b に導入れる空気は、エアクリーナ 502 の入口部 502a から取り入れられ、空気流量計（エアフロセンサ）503 を通り、吸気流量を制御する電制スロットル弁 505a が収容されたスロットルボディ 505 を通っ

てコレクタ 506 に入る。前記コレクタ 506 に吸入された空気は、内燃機関 507 の各シリンダ 507b に接続された各吸気管 501 に分配された後、カム 510 で駆動される吸入弁 514 を介してピストン 507a、前記シリンダ 507b 等によって形成される燃焼室 507c に導かれる。

また、前記エアフロセンサ 503 からは、前記吸気流量を示す信号が本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置を有する内燃機関制御装置（コントロールユニット）515 に出力されている。さらに、前記スロットルボディ 505 には、電制スロットル弁 505a の開度を検出するスロットルセンサ 504 が取り付けられており、その信号もコントロールユニット 515 に出力されるようになっている。

一方、ガソリン等の燃料は、燃料タンク 50 から燃料ポンプ 51 により一次加圧されて燃圧レギュレータ 52 により一定の圧力（例えば 3 kg/cm^2 ）に調圧されるとともに、後述する高圧燃料ポンプ 1 でより高い圧力（例えば 50 kg/cm^2 ）に 2 次加圧され、コモンレール 53 を介して各シリンダ 507b に設けられている燃料噴射弁（燃料噴射弁）54 から燃焼室 507c に噴射される。前記燃焼室 507c に噴射された燃料は、点火コイル 522 で高電圧化された点火信号により点火プラグ 508 で着火される。

内燃機関 507 のクランク軸 507d に取り付けられたクランク角センサ 516 は、クランク軸 507d の回転位置を示す信号をコントロールユニット 515 に出力し、排気弁 526 のカム軸（図示省略）に取り付けられたカム角センサ 511 は、前記カム軸の回転位置を示す角度信号をコントロールユニット 515 に出力するとともに、高圧燃料ポンプ 1 のポンプ駆動カム 100 の回転位置を示す角度信号をもコントロールユニット 515 に出力する。

さらに、排気管 519 中の触媒 520 の上流に設けられた A/F センサ 518 は、排出ガスを検出し、その検出信号もコントロールユニット 515 に出力されている。

図 2 に示すように、前記コントロールユニット 515 の主要部は、MPU 603、EPROM 602、RAM 604、及び、A/D 変換器を含む I/O LSI 601 等で構成され、クランク角センサ 516、カム角センサ 511、内燃機関冷却水温センサ 517、並びに、燃圧センサ 56 を含む各種のセンサ等からの信号を入

力として取り込み、所定の演算処理を実行し、この演算結果として算定された各種の制御信号を出力し、アクチュエータである高圧ポンプソレノイド 200、前記各燃料噴射弁 54 及び点火コイル 522 等に所定の制御信号を出力して、燃料吐出量制御、燃料噴射量制御、及び、点火時期制御等を実行するものである。

図 3 及び図 4 は、前記高圧燃料ポンプ 1 について示しており、図 3 は、前記高圧燃料ポンプ 1 を備えた燃料系システムの全体構成図を示し、図 4 は、前記高圧燃料ポンプ 1 の縦断面図を示している。

前記高圧燃料ポンプ 1 は、燃料タンク 50 からの燃料を加圧してコモンレール 53 に高圧の燃料を圧送するものであり、シリンダ室 7 と、ポンプ室 8 と、ソレノイド室 9 とからなり、前記シリンダ室 7 は、前記ポンプ室 8 の下方に配置され、前記ソレノイド室 9 は前記ポンプ室 8 の吸入側に配置されている。

前記シリンダ室 7 は、プランジャ 2、リフタ 3、プランジャ下降ばね 4 を有し、前記プランジャ 2 は、内燃機関 507 における排気弁 526 の前記カム軸の回転に伴って回転するポンプ駆動カム 100 に圧接されたリフタ 3 を介して往復動し、加圧室 12 の容積を変化させている。

前記ポンプ室 8 は、低圧燃料の吸入通路 10、加圧室 12、高圧燃料の吐出通路 11 から構成され、吸入通路 10 と加圧室 12 との間には吸入弁 5 が設けられており、前記吸入弁 5 は、ポンプ室 8 からソレノイド室 9 に向かって吸入弁 5 の閉弁方向に付勢する閉弁ばね 5a を介して、燃料の流通方向を制限する逆止弁である。前記加圧室 12 と吐出通路 11 との間には吐出弁 6 が設けられており、前記吐出弁 6 もまた、ポンプ室 8 からソレノイド室 9 に向かって吐出弁 6 の閉弁方向に付勢する閉弁ばね 6a を介して、燃料の流通方向を制限する逆止弁である。なお、閉弁ばね 5a は、プランジャ 2 による加圧室 12 内の容積変化により、吸入弁 5 を挟んで、加圧室 12 側の圧力が流入通路 10 側の圧力に対して同等、又はそれ以上になった場合には、前記吸入弁 5 を閉弁させるように付勢するものである。

前記ソレノイド室 9 は、アクチュエータであるソレノイド 200、吸入弁係合部材 201、開弁ばね 202 から構成されており、前記吸入弁係合部材 201 は、その先端が前記吸入弁 5 に接離自在に当接されているとともに、前記吸入弁 5 に相対する位置に配設され、ソレノイド 200 の通電によって前記吸入弁 5 を閉弁させる

方向に移動する。一方、ソレノイド 200 の通電が解かれている状態では、前記吸入弁係合部材 201 は、その後端に係合する開弁ばね 202 を介して前記吸入弁 5 を開弁させる方向に移動し、前記吸入弁 5 を開弁状態にする。

燃料タンク 50 から燃料ポンプ 51 及び燃圧レギュレータ 52 を介して一定圧力に調圧された燃料は、前記ポンプ室 8 の吸入通路 10 に導かれ、その後、前記ポンプ室 8 内の加圧室 12 で前記プランジャ 2 の往復動により加圧され、前記ポンプ室 8 の吐出通路 11 からコモンレール 53 に圧送される。

前記コモンレール 53 には、内燃機関 507 の気筒数にあわせて設けられた各燃料噴射弁 54 のほか、リリーフ弁 55、燃圧センサ 56 が備えられており、コントロールユニット 515 は、クランク角センサ 516、カム角センサ 511、並びに燃圧センサ 56 の各検出信号に基づいてソレノイド 200 の駆動信号を出力して高圧燃料ポンプの燃料吐出量の制御を行っているとともに、各燃料噴射弁 54 の駆動信号を出力して燃料噴射の制御を行っている。なお、リリーフ弁 55 は、前記コモンレール 53 内の圧力が所定値を超えた場合に開弁され、配管系破損の防止を図っている。

図 5 は、前記高圧燃料ポンプ 1 の動作タイミングチャートを示している。なお、ポンプ駆動カム 100 で駆動するプランジャ 2 の実際のストローク（実位置）は、図 6 に示すような曲線になるが、上死点と下死点の位置を分かり易くするために、以下、プランジャ 2 のストロークを直線的に表すこととする。

次に、高圧燃料ポンプ 1 の具体的な動作を、図 4 の構造と図 5 の動作タイミングチャートを踏まえて説明する。

プランジャ 2 は、前記カム 100 の回転によりプランジャ下降ばね 4 の付勢力に応じて上死点側から下死点側に移動すると、前記ポンプ室 8 の吸入行程が行われる。前記吸入行程では、前記吸入弁係合部材 201 であるロッドの位置が開弁ばね 202 の付勢力に応じて吸入弁 5 と係合して前記吸入弁 5 を開弁方向に移動させ、加圧室 12 内の圧力が低下する。

次いで、プランジャ 2 が、前記カム 100 の回転によりプランジャ下降ばね 4 の付勢力に抗して下死点側から上死点側に移動すると、前記ポンプ室 8 の圧縮行程が行われる。前記圧縮行程では、コントロールユニット 515 からアクチュエータで

あるソレノイド 200 の駆動信号 (ON 信号) が出力されてソレノイド 200 が通電 (ON 状態) されると、前記吸入弁係合部材 201 であるロッドの位置が開弁ばね 202 の付勢力に抗して吸入弁 5 を閉弁方向に移動されるとともに、その先端が前記吸入弁 5 との係合を解かれ、前記吸入弁 5 が閉弁ばね 5 a の付勢力に応じて閉弁方向に移動することにより、加圧室 12 内の圧力が上昇する。

そして、前記吸入弁係合部材 201 がソレノイド 200 側に最も吸引され、プランジャ 2 の往復動に同期する吸入弁 5 が閉弁して加圧室 12 内の圧力が高くなると、加圧室 12 内の燃料が吐出弁 6 を押圧し、前記吐出弁 6 は、閉弁ばね 6 a の付勢力に抗して自動的に開弁し、加圧室 12 の容積減少分の高圧燃料がコモンレール 53 側に吐出される。なお、ソレノイド 200 の駆動信号は、前記吸入弁 5 がソレノイド 200 側で閉弁されると、その通電が停止 (OFF 状態) されるが、前記のように、前記加圧室 12 内の圧力が高いため、吸入弁 5 は閉弁状態で維持されてコモンレール 53 側への燃料の吐出が行われる。

また、プランジャ 2 が、前記カム 100 の回転によりプランジャ下降ばね 4 の付勢力に応じて上死点側から下死点側に移動すると、前記ポンプ室 8 の吸入行程が行われ、前記加圧室 12 内の圧力低下に伴って、前記吸入弁係合部材 201 が開弁ばね 202 の付勢力に応じて吸入弁 5 と係合されて開弁方向に移動するとともに、吸入弁 5 がプランジャ 2 の往復動に同期して自動的に開弁し、前記吸入弁 5 の開弁状態が保持される。そして、加圧室 12 内は圧力の低下が生じていることにより吐出弁 6 の開弁が行われず。以後前記動作を繰り返す。

このため、前記プランジャが上死点に達する前の圧縮工程の途中で、ソレノイド 200 が ON 状態にされる場合には、このときから、コモンレール 53 への燃料圧送が行われ、また、燃料圧送が一度始まれば、加圧室 12 内の圧力は上昇しているので、その後に、ソレノイド 200 を OFF 状態にしても、吸入弁 5 は閉塞状態を維持する一方で、吸入工程の始まりに同期して自動開弁することができ、ソレノイド 200 の ON 信号の出力タイミングにより、コモンレール 53 側への燃料の吐出量を調節することができる。さらに、圧力センサ 56 の信号に基づき、コントロールユニット 515 にて適切な通電 ON タイミングを演算し、ソレノイド 200 をコントロールすることにより、コモンレール 53 の圧力を目標値にフィードバック制

御させることができる。

図7は、前記高圧燃料ポンプ制御装置を有するコントロールユニット515のMPU603が行う高圧燃料ポンプ1の制御における制御ブロック図である。前記高圧燃料ポンプ制御装置は、基本角度算出手段701、目標燃料圧力算出手段702、燃料圧力入力処理手段703、圧力差規定値算出手段1501、及び、前記ソレノイド200の駆動信号を算出する手段をその一態様として備えるポンプ制御信号算出手段1502から構成されている。

基本角度算出手段701は、運転状態に基づいてソレノイド200をON状態にするソレノイド制御信号の基本角度BASANGを演算してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。図8は、吸入弁5の閉弁タイミングと高圧燃料ポンプ吐出量の関係を示したものであり、該図8から理解されるように、基本角度BASANGは、要求燃料噴射量と高圧燃料ポンプ吐出量が釣り合うように前記吸入弁5が閉弁する角度を設定する。

目標燃料圧力算出手段702は、同じく運転状態に基づきその動作点に最適な目標燃料圧力Ptargetを算出してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。燃料圧力入力処理手段703は、燃料圧力センサ56の信号をフィルタ処理し、実燃料圧力である計測燃料圧力Prealを検出してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。更に、圧力差規定値算出手段1501は、前記高圧燃料ポンプ1の運転を判定するために運転状態に応じて規定圧力差 α を演算してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。

そして、ポンプ制御信号算出手段1502は、後述するように、前記各信号に基づいてアクチュエータ駆動信号である前記ソレノイド制御信号を演算してソレノイド駆動手段707に出力する。

図9は、前記（高圧燃料ポンプ制御装置を含む）コントロールユニット515の動作のタイミングチャートを示している。該コントロールユニット515は、カム角センサ511からの検出信号（CAM信号）とクランク角センサ516からの検出信号（CRANK信号）に基づいて各ピストン507aの上死点位置を検出し、燃料噴射制御及び点火時期制御を行うとともに、前記カム角センサ511からの検出信号（CAM信号）と前記クランク角センサ516からの検出信号（CRANK信号）

)に基づいて高圧燃料ポンプ1のプランジャ2のストロークを検出し、高圧燃料ポンプ1の燃料吐出制御であるソレノイド制御を行っている。なお、ソレノイド制御の基本点となるREF信号は、上記CRANK信号とCAM信号とに基づいて生成される。

ここで、図8のCRANK信号の信号が欠けた部分（点線で示す）は、基準位置となるものであり、CYL#1の上死点、又はCYL#4の上死点から所定の位相分ずれた位置にある。そして、コントロールユニット515は、前記CRANK信号の信号が欠けたときに、前記CAM信号がHi又はLoであるかによって、CYL#1側又はCYL#4側であるかを判別する。そして、高圧燃料ポンプ1からの燃料の吐出は、ソレノイド制御信号の立ち上がりからソレノイド200の作動遅れ分の所定時間経過後に開始される一方で、この吐出は、ソレノイド制御信号が終了しても加圧室12からの圧力によって吸入弁5が押されているので、プランジャストロークが上死点に達するまで続けられる。

図10は、本実施形態のポンプ制御信号算出手段1502を具体的に示した制御ブロック図である。ポンプ制御信号算出手段1502は、ソレノイド200のON信号のタイミングを演算する基準角度演算手段704と、そのON信号の幅を算出するポンプ信号通電時間算出手段706とを基本的な構成とし、基準角度演算手段704は、基本角度算出手段701の基本角度BASANG、目標燃料圧力算出手段702の目標燃圧Ptarget、燃料圧力入力処理手段703の計測燃料圧力Prealに基づいて、前記ON信号の出力開始の基準となる基準角度REFANGを演算する。

そして、前記基準角度REFANGに、ソレノイド作動遅れ補正手段705による作動遅れ補正分PUMREを加えてソレノイド200のON信号の出力開始角度STANGを計算し、ソレノイド200のON信号のタイミングとしてソレノイド駆動手段707に出力する。

また、ポンプ信号通電時間算出手段706は、運転条件に基づいて高圧燃料ポンプ1のソレノイド200の通電要求時間TPUMKEMAPを演算する。通電要求時間TPUMKEMAPの値は、バッテリー電圧が低くソレノイド抵抗が大きい、ソレノイド吸引力発生最悪条件においてであっても、ポンプ室2の圧力で吸入弁5を

閉じられるようになるまで吸入弁係合部材 201 を保持し、確実に吸入弁 5 を閉弁できる値を設定する。一方、通電時間最大値算出手段ブロック 710 では、ソレノイドの吸引力が次の吐出行程まで維持されないための通電時間最大値 $TPUMKEMAX$ を演算する。最小値選択部 709 では、通電要求時間 $TPUMKEMAP$ と通電時間最大値 $TPUMKEMAX$ との最小値を選択し、通電時間 $TPUMKE$ としてソレノイド駆動手段 707 に出力する。つまり、通電要求時間 $TPUMKEMAP$ を通電時間最大値 $TPUMKEMAX$ で上限値制限を行う。

そして、前記出力開始角度 $STANG$ と前記通電時間 $TPUMKE$ からソレノイド 200 の駆動を行う。ここで、ソレノイド作動遅れ補正手段 705 は、ソレノイド 200 の電磁力、ひいては作動遅れ時間がバッテリー電圧によって変わることから、バッテリー電圧に基づいてソレノイド作動遅れ補正を算出している。

次に、通電時間最大値算出手段 710 内の第一の実施例における具体的な説明を行う。絶対信号終了位相算出手段 708 では、絶対に通電信号を OFF していなければならない基本点 (REF 信号) からの角度 $OFFANG$ を演算する。この角度は、高圧ポンプ吐出行程に通電を開始した信号をポンプ吸入行程まで ON し続けても、この場合における吸入行程の通電は、吸入弁閉弁に関与しないので、消費電流低減のため、基本点 (REF 信号) からの角度 $OFFAMG$ を基本点からプランジ上死点までの角度以下に設定する。加えて、通電信号 OFF 後のソレノイドの吸引力が次の吐出行程まで維持されない角度を設定する。

また、図 11 は、ソレノイド制御信号 (通電信号)、通電電流値、及び、ソレノイドの吸引力の関係を示した図であり、通電信号 OFF 後、ソレノイドには一定期間電流が流れ、電流が一定値以下に落ちるまで吸引力は維持される。この期間はコイル抵抗およびバッテリー電圧に依存する。また、位相制御を行っているため、期間を角度に単位変換するため回転数の入力も必要となる。つまり、前記基本点 (REF 信号) からの角度 $OFFANG$ は、コイル抵抗、バッテリー電圧、回転数の少なくとも一つを用いて演算する。

図 12 は、出力開始角度 $STANG$ 、基本点 (REF 信号) からの角度 $OFFANG$ 、通電時間最大値 $TPUMKEMAX$ の関係を示している。基本点 (REF 信号) からの角度 $OFFANG$ と出力開始角度 $STANG$ の差が通電時間最大値 TP

UMKEMAXとなる。

図13は、通電時間最大値算出手段710内の第二の実施例を示したものである。通電時間最大値基本値算出手段711では、燃料噴射量、エンジン回転数、燃料圧力等から求められる出力開始角度STANGとエンジン回転数とから通電時間最大値基本値を算出する。該通電時間最大値基本値に、バッテリー電圧補正手段712で算出されたバッテリー電圧補正係数をかけることにより通電時間最大値を算出し、最小値選択部709へ出力する。

図14は、本発明の第二の実施形態のポンプ制御信号算出手段1502を示したもので、第一の実施形態のポンプ制御信号算出手段1502との相違は、最小値選択部709（図10参照）に代えて通電時間算出手段713を備えたことである。該通電時間算出手段713は、ポンプ信号通電時間算出手段706で算出されたTPUMKEMAPと通電時間最大値算出手段710で算出されたTPUMKEMAXに基づき通電時間TPUMKEを算出してソレノイド駆動信号に出力するものである。

図15は、通電時間算出手段713における制御フローを示したものである。ステップ3001で割込み処理が開始される。該割込み処理は、例えば10ms毎のような時間周期でも、例えばクランク角度180deg毎のように回転周期でもよい。ステップ3002では、通電要求時間TPUMKEMAPおよび通電時間最大値TPUMKEMAXを読み込む。ステップ3003においては通電要求時間TPUMKEMAPと通電時間最大値TPUMKEMAXの大小関係を判定し、通電時間最大値TPUMKEMAXの方が大きい場合、ポンプ位相制御信号通電時間TPUMKE = TPUMKEMAPとして出力する。一方、通電時間最大値TPUMKEMAXの方が小さい場合、通電要求時間TPUMKEMAPを出力することが不可能であると判定し、ポンプ位相制御信号通電時間TPUMKE = 0として、ソレノイドへの通電を禁止する。

前記ポンプ制御信号算出手段1502による処理において、ソレノイド200の通電要求時間TPUMKEMAP > 通電時間TPUMKEとなることがある。この場合、ソレノイド吸引力発生最悪条件において、吸入弁を確実に閉弁できない可能性があり、吸入弁を確実に閉弁できないことにより、ポンプが圧送を行えず燃料圧

力の脈動を大きくする可能性がある。

図16は、ポンプが圧送を行えず燃料圧力が脈動する可能性のある場合の制御フローを示したものである。

ステップ3101で割込み処理を開始する。割込み処理は、例えば10ms毎のような時間周期でも、あるいはクランク角度180deg毎のように回転周期でもよい。ステップ3102では、通電要求時間TPUMKEMAPおよび通電時間TPUMKEを読み込む。ステップ3103からステップ3105においては、通電時間TPUMKEが通電要求時間TPUMKEMAPより小さく、かつ成層燃焼運転を行っており、かつ脈動による失火の可能性があると判定した場合には、燃圧の変動に強い均質燃焼運転に移行する。

図17は、ポンプ制御信号算出手段1502による処理の本発明の第三実施形態の制御ブロック図である。ポンプ制御信号算出手段1502は、基準角度REFANGを算出するに当たって、基準角度演算手段704で演算された位相を位相制限手段1101で上下制限を行い、これを基準角度REFANGとしている。なお、位相制限手段1101は、位相制御による可変容量機構を持つポンプ制御に適用することが可能である。

図18は、前記高圧燃料ポンプ制御装置による高圧燃料ポンプ1の制御のフローチャートである。ステップ1001では、例えば10ms毎のように時間に同期した割込み処理が行われる。なお、該割込み処理は、クランク角度180°毎のように回転に同期したものでも良い。

ステップ1002では、基準角度演算手段704にて位相を演算し、ステップ1003では、位相制限手段1101にて上下限のリミッタ処理をして基準角度REFANGとし、ステップ1004では、ソレノイド作動遅れ補正手段705によるソレノイド作動遅れ補正分PUMREを補正し、ステップ1005では、最終の出力開始角度STANGを計算し、ステップ1006では、ソレノイド駆動手段707でソレノイド駆動処理を行い、ソレノイド制御信号のパルスを出力する。なお、出力開始角度STANGの算出方法は、以上のように割り込み毎に計算する方法のほか、内燃機関の状態において検索する方法でも良い。そして、ステップ1007に進んで一連の動作を終了する。

図 19 は、前記ポンプ制御信号算出手段 1502 における高圧燃料供給システムの安定性を増加させる処理の制御フローチャートである。なお、このときの高圧燃料供給システムに使用される高圧ポンプは、高圧の燃料を吐出できるポンプという意味であつて、本実施形態の単筒ポンプのほか、例えば、いわゆる 3 筒ポンプであっても良い。

ステップ 1601 では、例えば 10 ms 毎のように時間に同期した割込み処理が行われる。なお、該割込み処理は、クランク角度 180° 毎のように回転に同期したもので良い。ステップ 1602 では、燃圧入力処理手段 703 で計測燃料圧力 P_{real} を読み込み、ステップ 1603 では、目標燃圧算出手段 702 でシステム上の目標燃料圧力 P_{target} を読み込む。ステップ 1604 では、目標燃料圧力 P_{target} と計測燃料圧力 P_{real} との圧力差の絶対値が圧力差既定値算出手段 1501 による内燃機関の状態に応じて検索された既定値 α 以上であるか否かを判定する。

そして、前記 2 つの圧力差が既定値 α 以上である場合、すなわち YES のときには、ステップ 1606 に進む。一方、2 つの圧力差が既定値 α 未満のときには、ステップ 1605 に進み、計測燃料圧力 P_{real} を目標燃料圧力 P_{target} に追従させるべく通常のように F/B 制御を行う。

ステップ 1606 では、目標燃料圧力 P_{target} が計測燃料圧力 P_{real} よりも大きいかな否かを判定し、目標燃料圧力 P_{target} の方が大きい場合、すなわち YES のときには、ステップ 1607 に進んでプランジャ 2 の下死点からの全吐出制御を行ってステップ 1609 に進んで一連の動作を終了する。つまり、この場合には、高圧燃料ポンプ 1 に全吐出を行わせることにより、計測燃料圧力 P_{real} を迅速に目標燃料圧力 P_{target} に近付けることができる。

一方、ステップ 1606 で計測燃料圧力 P_{real} の方が大きい場合には、ステップ 1608 に進んで高圧燃料ポンプ 1 による加圧禁止制御を行う。つまり、この場合には、OFF 信号を出力、若しくはプランジャ 2 の上死点にて ON 信号を出力し、高圧燃料ポンプ 1 による加圧を禁止にすることにより、計測燃料圧力を迅速に目標燃料圧力に近付けることができる。

また、高圧配管系に異常が起き、燃料圧力が既定値以上に上昇した場合に高圧燃料ポンプ 1 は加圧禁止になり、燃料圧力上昇を抑制するのでシステムの安全性の向

上にも貢献する。

また、前記実施形態のポンプ制御信号算出手段1502は、基準角度演算手段704で算出した位相を位相制限手段1101にて制限して基準角度REFANGを算出しているが、本発明はこれに限られることなく、例えば、図20に示す第四実施形態のように、基準角度演算手段704の基準角度REFANGにソレノイド作動遅れ補正手段705での補正を考慮して算出した出力開始角度STANGに対して、最後に位相制限手段1301による制限を行うようにしても良い。

更に、図21の第五実施形態に示すように、基準角度演算手段704のF/B制御量をF/B制限手段1401にて制限を行って基準角度REFANGとすることもでき、図22の第六実施形態に示すように、基準角度演算手段704のF/B制御量をF/B制限手段1401にて制限するとともに、この値に対して位相制限手段1101にて制限を行って基準角度REFANGとするものであっても良い。

なお、F/B制御は、コモンレール53の実燃料圧力を目標燃料圧力に追従させるフィードバック制御であり、このF/B制御量は、目標燃料圧力 P_{target} と実燃料圧力 P_{real} の偏差により変化する。また、前記実際の燃料圧力を前記目標となる燃料圧力に一致させる制御量に対して制限を行うものであっても良い。

また、前記実施形態の位相制限手段1101は、前記下限値のみ、若しくは前記上限値及び前記下限値によって位相を制限して圧送可能位相としているが、これのほかに、内燃機関の状態に応じて出力位相範囲を検索・演算するものであっても良く、又は、電子回路を使用するものであっても良く、この場合にも前記同様の効果を得ることができる。

更に、前記実施形態のポンプ制御信号算出手段1502では、目標燃料圧力 P_{target} と計測燃料圧力 P_{real} とから高圧燃料供給システムの安定性の増加を図っているが、図23に示すような制御処理のフローチャートの如く行っても良い。

即ち、ステップ1701では、例えば10ms毎のように時間に同期した割込み処理が行われ、ステップ1702では、燃圧入力処理手段703で計測燃料圧力 P_{real} を読み込み、ステップ1703では、目標燃圧算出手段702でシステム上の目標燃料圧力 P_{target} を読み込む。ステップ1704では、目標燃料圧力 P_{target} と計測燃料圧力 P_{real} との圧力差が圧力差既定値算出手段1501による既定値 α 以上で

あるか否かを判定する。ここまでは、前記ステップ1601乃至ステップ1604と同様である。

そして、2つの圧力差が既定値 α 以上である場合、すなわちYESのときには、ステップ1705に進んで、タイマカウントアップ処理を行い、ステップ1706に進む。ステップ1706では、この時間が内燃機関の状態に応じて検索された既定時間T1を超えているか否かを判定し、既定時間T1を超えている場合、即ち、YESのときにはステップ1708に進んで高圧ポンプ1による加圧禁止制御を行ってステップ1710に進んで一連の動作を終了する。なお、ステップ1708は、燃料圧力上昇抑制の思想を持ち、既定圧力差以上で既定時間経過した場合は、高圧配管系に異常が起きたと考えられるので、燃料圧力上昇を抑制することによりシステムの安全性向上に貢献する。

一方、ステップ1704にて2つの圧力差が既定値 α 未満のときには、ステップ1707に進んでタイマリセット処理をしてステップ1709に進む。また、ステップ1706で既定時間T1を超えていないときにもステップ1709に進む。ステップ1709では、通常ポンプ制御、すなわち前記F/B制御を行ってステップ1710に進んで一連の動作を終了する。

図24は、前記コントロールユニット515による燃圧の制御に対する前記ソレノイド制御信号の出力開始角度STANG、及び、通電時間TPUMKE等のパラメータを示したものであり、図17（図10を含む）の第三実施形態のポンプ制御信号算出手段1502の制御を具体的に説明した図である。前記ソレノイド200のON信号の出力タイミングである出力開始角度STANGは、次の式（1）のように求めることができる。

$$STANG = REFANG - PUMRE \quad (1)$$

ここで、基準角度REFANGは、内燃機関507の運転状態に基づいて基準角度算出手段704（図17）で算出される。PUMREはポンプ遅れ角度であり、ソレノイド作動遅れ補正手段705（図17）で算出され、例えば、バッテリー電圧により変化するアクチュエータ駆動時間、すなわちソレノイド通電に基づいた吸入弁係合部材201の作動遅れを示している。

次に、ソレノイド200のON信号の幅であるポンプ位相制御信号通電時間TP

UMKEは、ポンプ位相制御信号通電時間算出手段706（図10）を基本値とし、運転状態に基づいて算出する。そして、出力開始角度STANGによって、前記REF信号の立ち上がりである基本点からどれくらいで吸入弁5を閉じさせるソレノイド200のON信号を出力するか、即ち、ソレノイド制御信号の出力タイミングを求める。一方、ポンプ位相制御信号通電時間TPUMKEによって、前記ソレノイド制御信号をどれくらいの時間で出力し続けるか、すなわちソレノイド制御信号の幅を求める。

本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置は、算出されたソレノイド制御信号出力タイミングから算出された時間分通電することを基本とし、信号終了タイミングが既定値を超えた場合には、ポンプ位相制御信号通電時間に制限を行っている。

また、ポンプ遅れ角度PUMREと、プランジャ2のストロークが下死点から上死点に達するまでに要する時間とによって定義される位相を燃料圧送可能位相とし、その範囲内にソレノイド200のON信号を出力して燃料の圧送を行っている。言い換えれば、ON信号を打って吸入弁を閉じる信号を出力する範囲は、プランジャ2のストロークが下死点から上死点に達するまでの時間のほか、プランジャ2の下死点から前記アクチュエータ作動時間分であるポンプ遅れ角度PUMRE分遡った時点を下限値とし、プランジャ2が上死点に達した時点を上限値とするリミッタ処理を行い、この範囲外では、前記ON信号を出力しないようにしている。

以上のように、本発明の前記実施形態は、前記構成に基づいて次の機能を奏する。

本実施形態のコントロールユニット515は、シリンダ507bに備えられた燃料噴射弁54と、該燃料噴射弁54に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプ1とを有する筒内噴射内燃機関507の高圧燃料ポンプ制御装置であって、前記高圧燃料ポンプ1は、該高圧燃料ポンプ1内の燃料を加圧するプランジャ2と、前記高圧燃料ポンプ1の吐出量又は圧力を可変にするために位相制御されるソレノイド200と、前記ソレノイド200のON信号にて燃料の吸入通路10を閉弁させる吸入弁5とを有し、前記制御装置は、ポンプ制御信号算出手段1502を有し、前記ポンプ制御信号算出手段1502は、前記ソレノイド200のON信号終了タイミングを、次の高圧燃料ポンプ1の吐出行程に前記ソレノイド200の吸引力が残らないように

制限しているのを、意図しない燃料量を高圧燃料ポンプ1が吐出することを防ぎ、前記ポンプ制御信号算出手段1502は、燃料を圧送できない位相でソレノイド制御信号を出力することを防ぐことができ、燃料圧力を最適かつ迅速に制御することができ、燃焼の安定化及び排出ガス性能の改善を図ることができる。

次に、図25及び図26を用いて、前記本実施形態の内燃機関の高圧ポンプ制御装置の特質・特徴を説明する。

図25は、本実施形態の通電信号終了タイミングを管理した場合の高圧燃料ポンプ制御装置による動作タイミングチャートである。

図27の従来の高圧燃料ポンプ制御装置の動作タイミングチャートと比較すれば容易に理解されるように、本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置が、通電信号（ソレノイド制御信号）終了タイミングを管理することにより、確実に少量燃料噴射を行うことが可能となると共に、その結果として確実に目標燃圧に制御することができ、失火およびシリンダ内の燃料の付着を防ぎ、不要成分の排出ガスの低減に貢献できる。

図26は、本実施形態により出力タイミングを制限した場合の高圧燃料ポンプ制御装置による動作タイミングチャートである。

図26に示されているように、カム角信号とクランク角信号とから生成されたREF信号1801が出力され、該REF信号1801を基準にして位相制限手段1101による制限間隔1904の後、ポンプ圧送可能位相範囲内の角度又は時間制御でソレノイド制御信号1903が出力されるのが分かる。

このため、目標燃料圧力1901が大きく上昇しても、プランジャ2の下死点における燃料吐出量を確保することができるので、実燃料圧力である計測燃料圧力1902が目標燃料圧力1901に迅速に追従し、図28に示す従来例に比して燃圧の上昇が促進され、各インジェクタ54からの噴霧粒径の微粒化を促進させることができるとともに、HCの排出量の低減も達成することができる。また、内燃機関始動時には、その始動時間の短時間化を図ることができる。

更に、本実施形態のポンプ制御信号算出手段1502は、圧力差既定値算出手段1501による既定値 α に基づいて高圧燃料供給システムの安定化を図っているので、筒内噴射内燃機関507の信頼性の更なる向上を図ることができる。

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱することなく設計において種々の変更ができるものである。

例えば、前記実施形態では、高圧燃料ポンプ 1 が排気弁 5 2 6 のカム軸上に配置されているが、吸入弁 5 1 4 のカム軸上に配置、又はシリンダ 5 0 7 b のクランク軸 5 0 7 d に同期させたものであっても良い。

また、通電信号終了タイミングを制限する方法としては、高圧燃料ポンプのプランジャ位置をスイッチ入力として、プランジャが上死点付近に上がってきたとき、電子回路により通電信号を終了する方法でも良い。

更に、前記実施形態においては、高圧燃料ポンプの吸入弁をソレノイド（アクチュエータ）で操作して前記ポンプの加圧室の圧力を調整しているが、該加圧室内の圧力調整は、前記吸入弁に限らず、前記ポンプの加圧室とポンプ外部との間に配置され、燃料を連通通過する他の燃料通過弁であっても、本発明を実施できるものである。該燃料通過弁は、前記吸入弁の他に、前記ポンプの加圧室内の燃料を逃がす逃がし弁であっても良いものである。該逃がし弁の場合は、前記吸入弁とは、ソレノイド（アクチュエータ）での操作の仕方が具体的には異なるようになるが、本願の特許請求の範囲に記載されている発明を実施することにおいては、同じである。

産業上の利用の可能性

以上の説明から理解されるように、本発明に係る内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置は、ソレノイド制御信号の出力範囲を所定の位相範囲に制限し、また、終了タイミングを所定の位相範囲内に制限しているので、燃料圧力を最適、かつ、迅速に制御することができ、排出ガスの悪化を防ぐことができる。

請求の範囲

1. 気筒に備えられた燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプと、を有する内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置であって、

前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、該加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記加圧室内に設けた燃料通過弁と、該燃料通過弁を操作するアクチュエータとを有し、

前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを所定の位相に制限する手段を有することを特徴とする内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

2. 前記所定の位相に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを、前記プランジャの上死点以前に制限することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

3. 前記所定の位相に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングを、エンジン回転数、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、バッテリー電圧、コイル抵抗の少なくとも1つを用いて算出することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

4. 前記所定の位相に制限する手段は、電子回路であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

5. 前記アクチュエータの駆動信号の終了タイミングが前記所定の位相に制限された場合、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、燃料噴射時期、点火時期の少なくとも1つを変更制御することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

6. 気筒に備えられた燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプと、を有する内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置であって、

前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、前記加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記加圧室内に設けた燃料通過弁と、該燃料通過弁を操作するアクチュエータとを有し、

前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、前記駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングが所定の位相以降の場合には駆動信号を出力しない手段を有することを特徴とする内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

7. 前記駆動信号を出力しなかった場合、前記燃料噴射弁からの燃料噴射量、燃料噴射時期、点火時期の少なくとも1つを変更制御することを特徴とする請求項6に記載の内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

8. 気筒に備えられた燃料噴射弁と、前記燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプとを有する内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置であって、

前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、前記加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記加圧室内に設けた燃料通過弁と、前記燃料通過弁を操作するアクチュエータとを有し、

前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを所定の位相の範囲内に制限する手段を有することを特徴とする筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

9. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から前記アクチュエータ動作時間分遡った時点以降に制限することを特徴とする請求項8に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

10. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャが上死点に到達する時点以内に制限することを特徴とする請求項8に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

11. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から上死点に達するまでの間、及び、前記プランジャの下死点前であって前記アクチュエータ動作時間以内に制限することを特徴とする請求項8に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

12. 前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータ

の基本角度、目標となる燃料圧力及び実際の燃料圧力に基づいて、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段と、前記アクチュエータの作動遅れを補正する手段とを有し、これらの出力信号に基づいて前記アクチュエータの動作開始時間を算出することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

13. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段からの出力信号に対して制限を行うことを特徴とする請求項 12 に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

14. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段及び前記アクチュエータの作動遅れを補正する手段からの出力信号に対して制限を行うことを特徴とする請求項 12 に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

15. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、内燃機関の運転状態に応じて前記位相の範囲を検索することを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

16. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記実際の燃料圧力と前記目標となる燃料圧力との差から算出されるフィードバック制御量に対して制限を行うことを特徴とする請求項 12 から 15 のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

17. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記実際の燃料圧力を前記目標となる燃料圧力に一致させる制御量に対して制限を行うことを特徴とする請求項 12 から 15 のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

18. 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、電子回路であることを特徴とする請求項 8 から 17 のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

19. 前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の幅を内燃機関回転数又は及びバッテリー電圧によって可変させることを特徴とする請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料

ポンプ制御装置。

20. 前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって所定時間以上続いた場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させることを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

21. 前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも小さい場合には、前記高圧燃料ポンプに全吐出させることを特徴とする請求項1から20のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

22. 前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも大きい場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させることを特徴とする請求項1から21のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

。

23. 前記所定値又は前記所定時間は、内燃機関の運転状態に応じて検索されることを特徴とする請求項20から22のいずれか一項に記載の筒内噴射内燃機関の高圧燃料ポンプ制御装置。

図 2

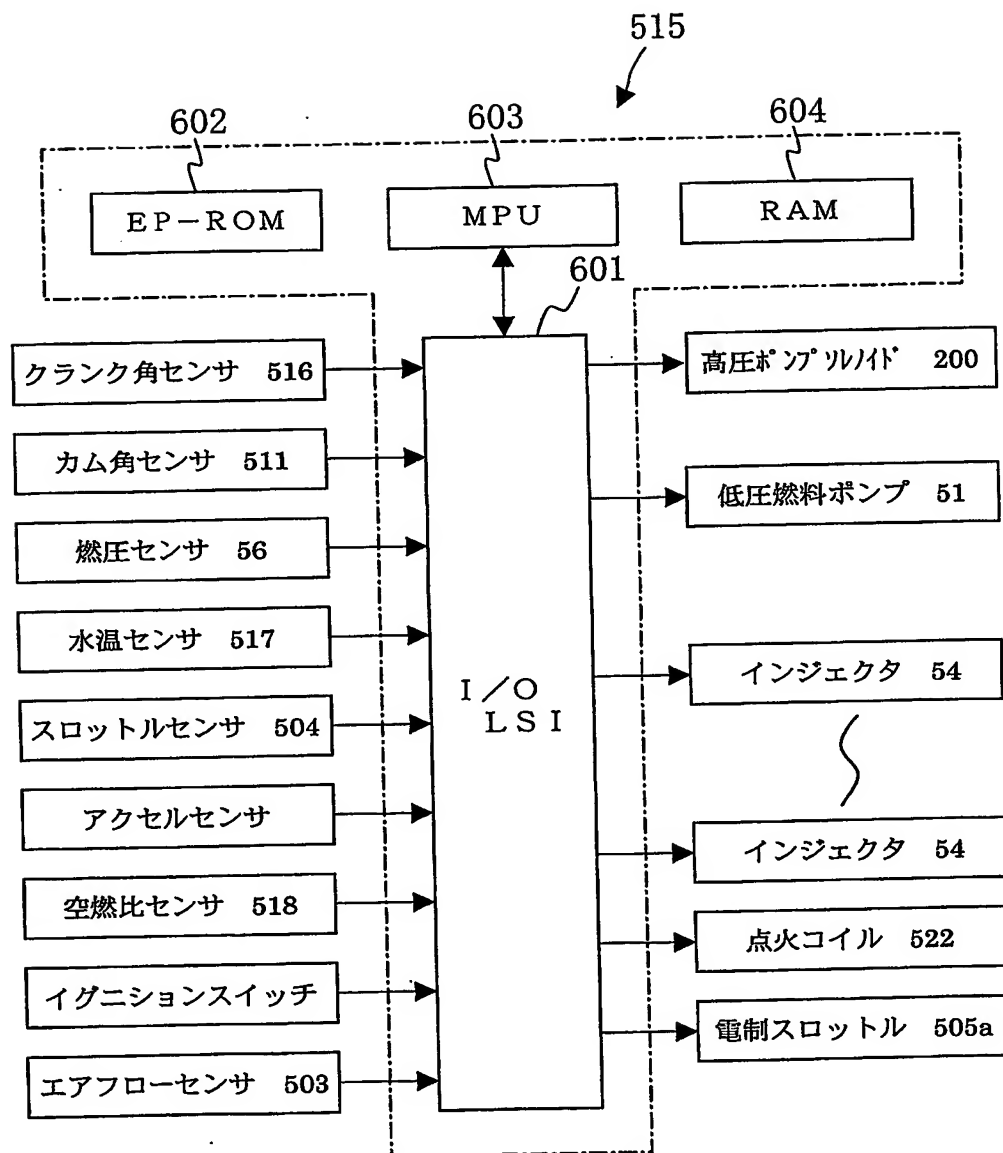


図 3

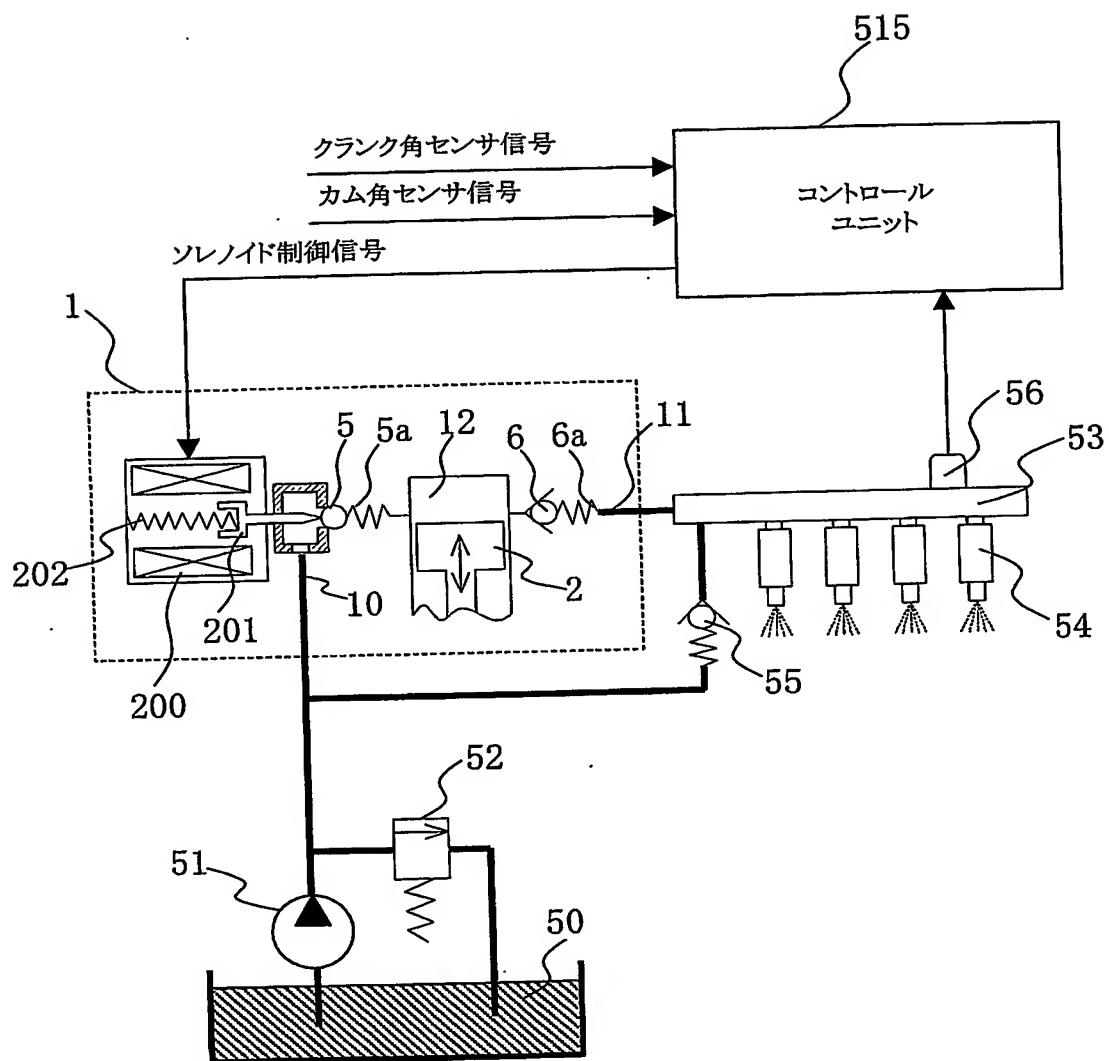


図 4

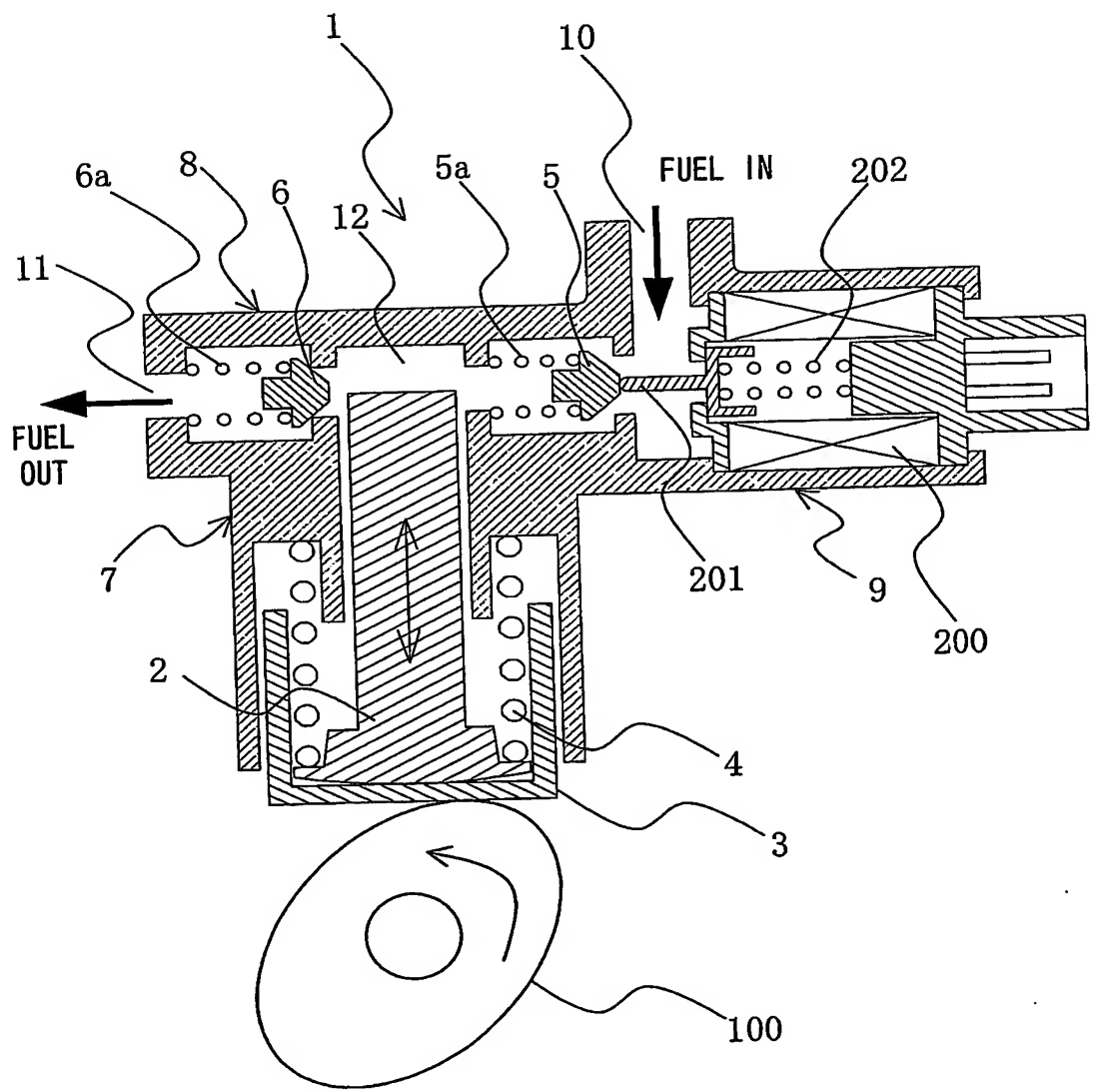


図 5

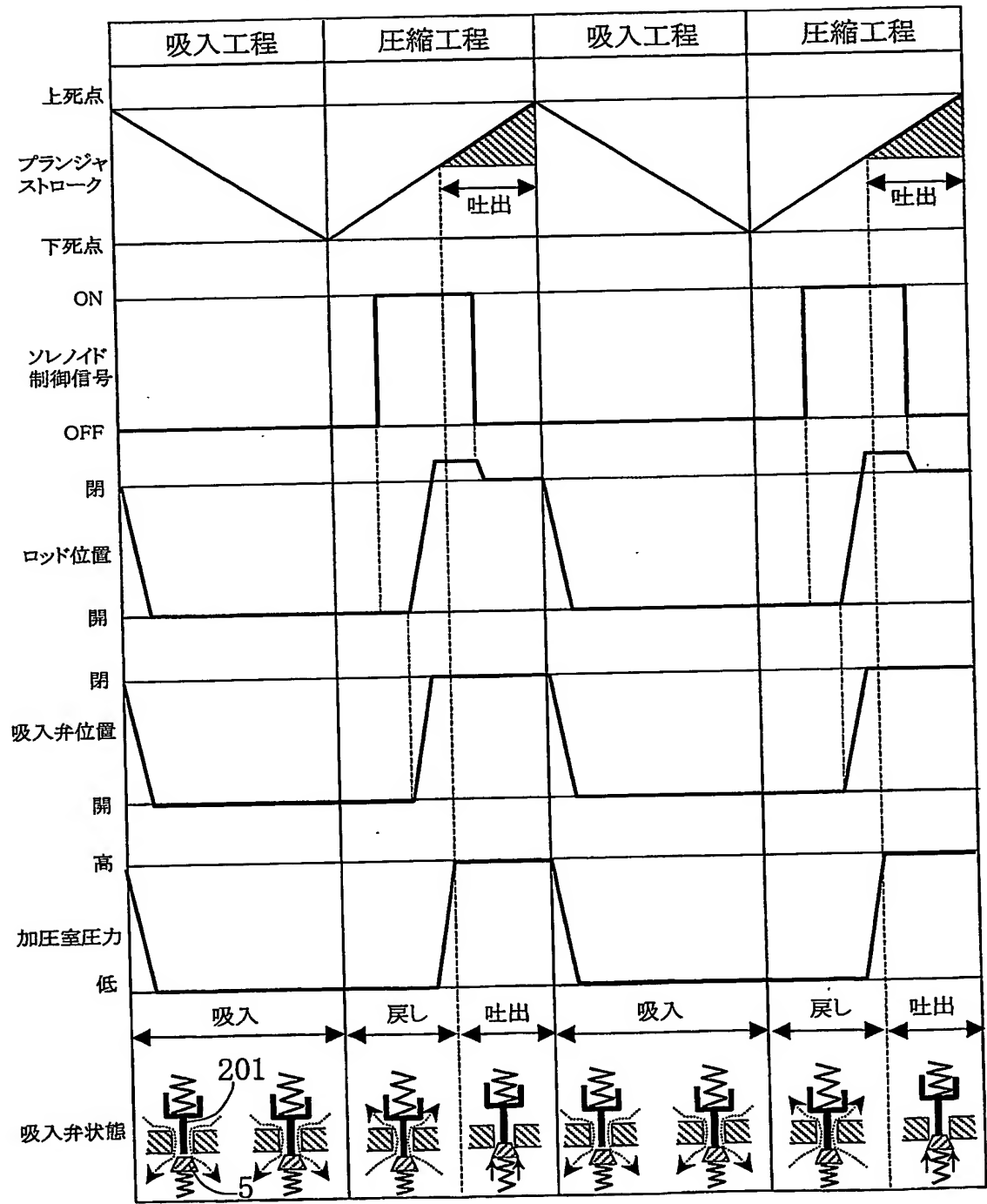


図 6

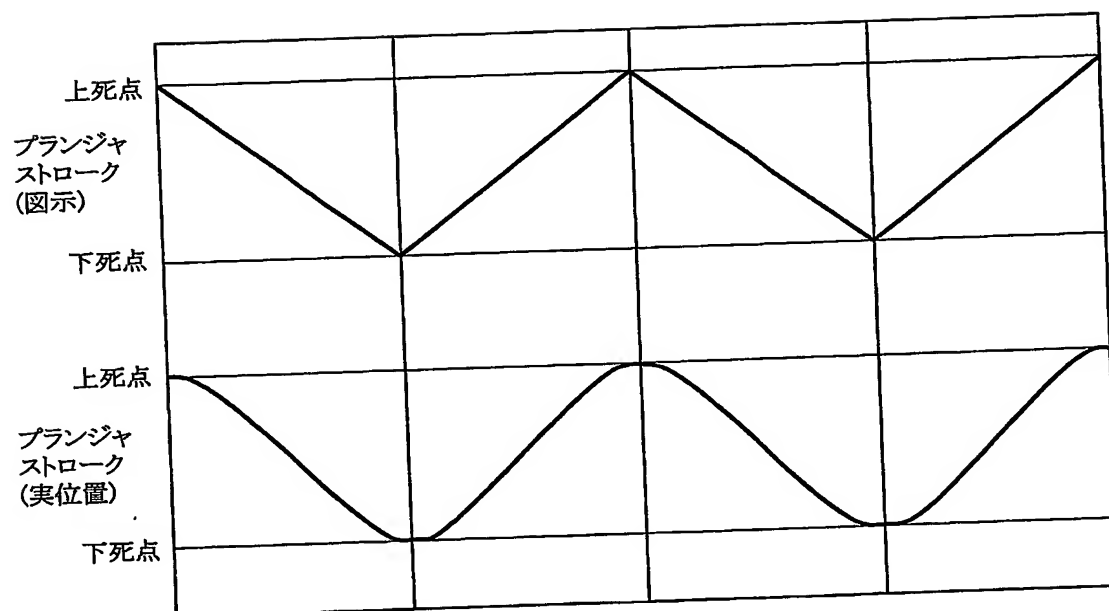


図 7

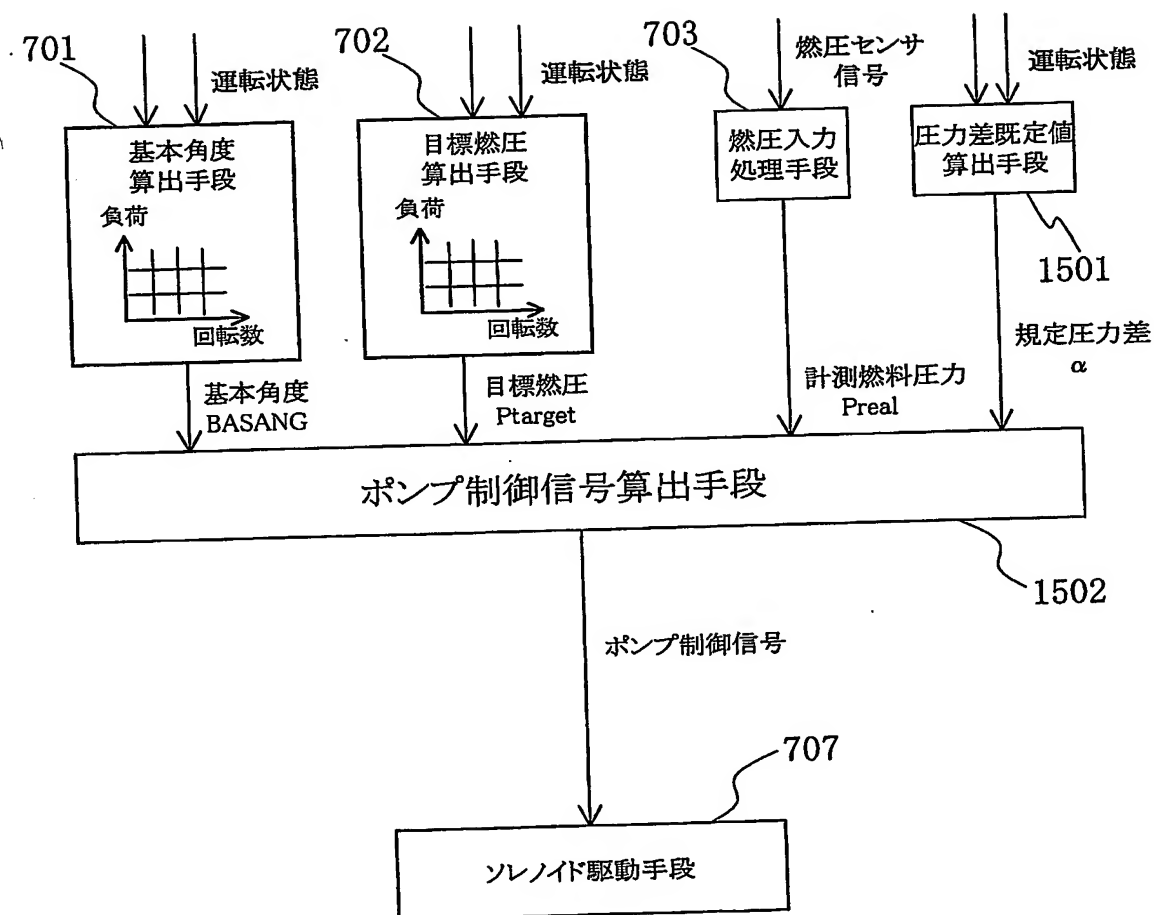


図 8

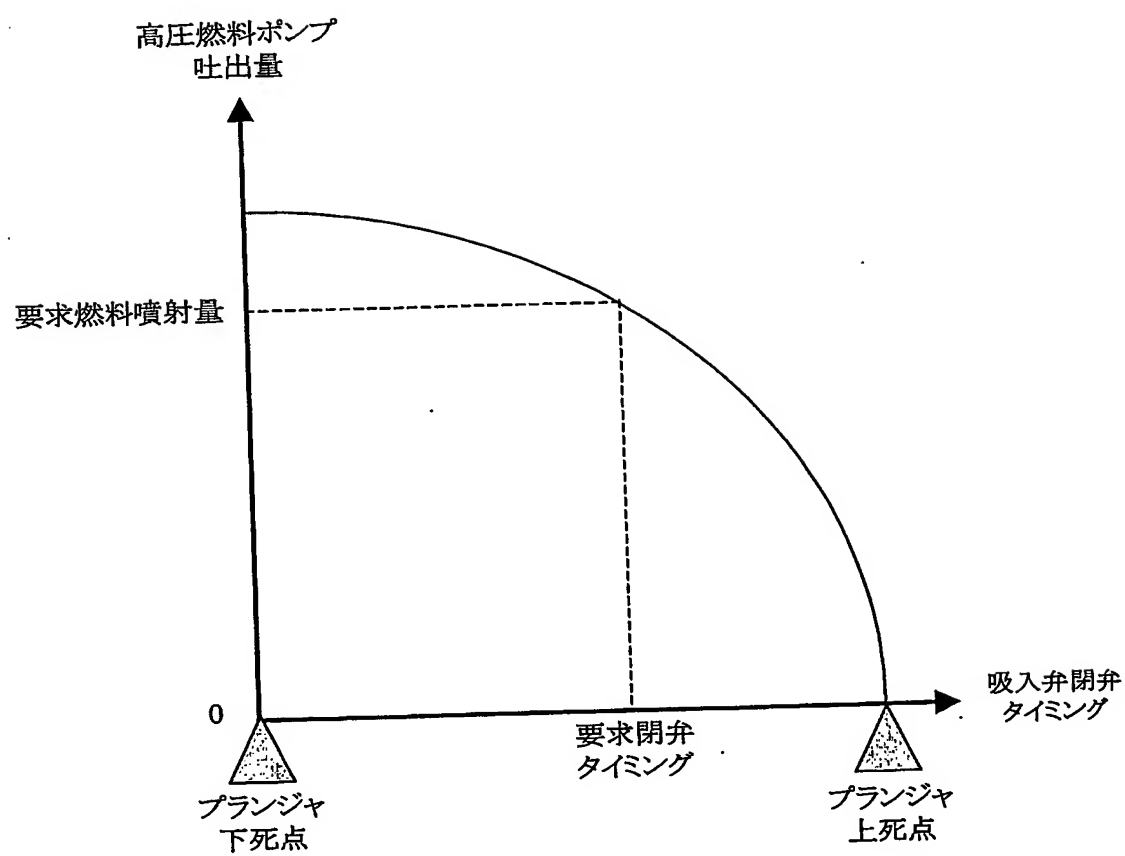


図 10

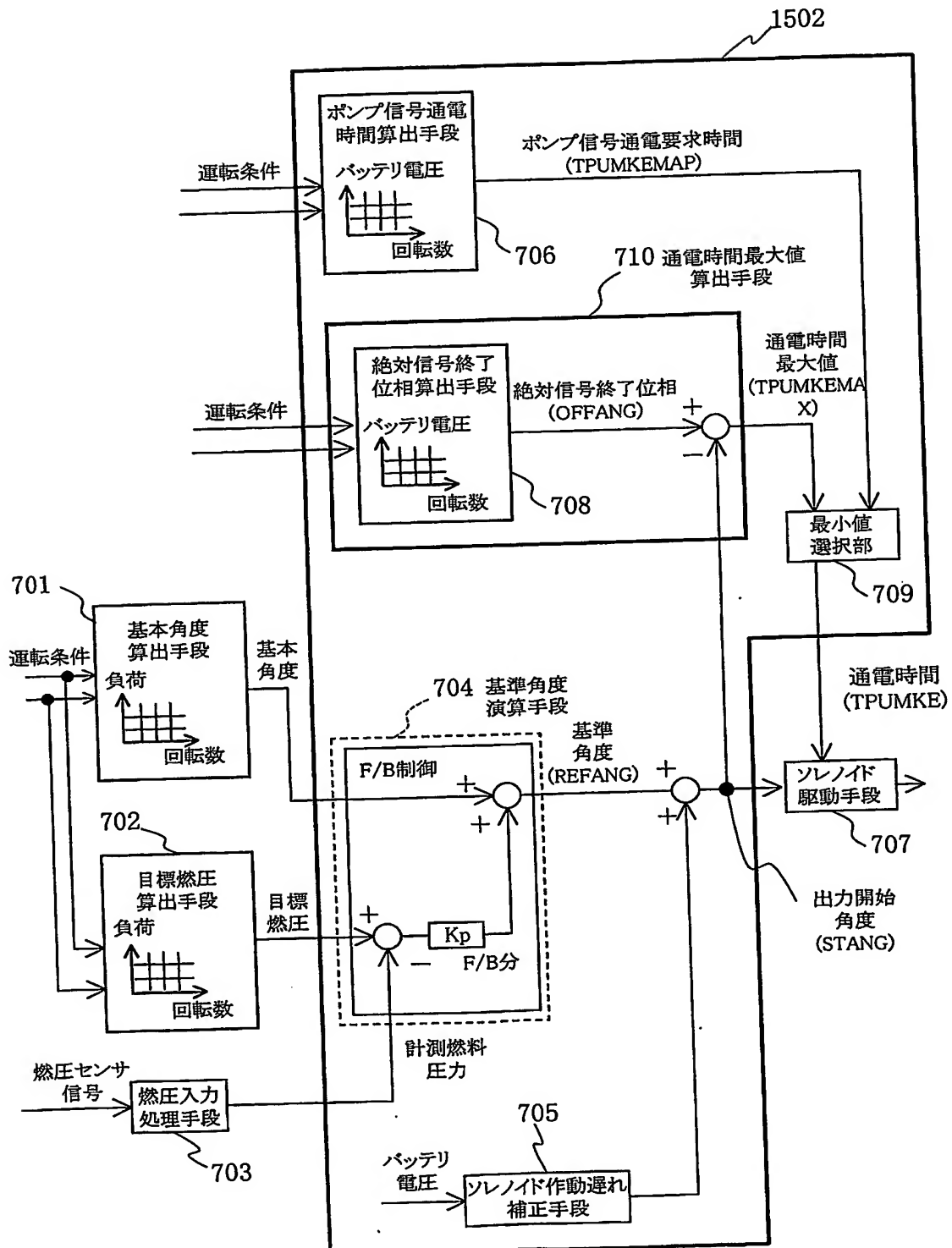


図 11

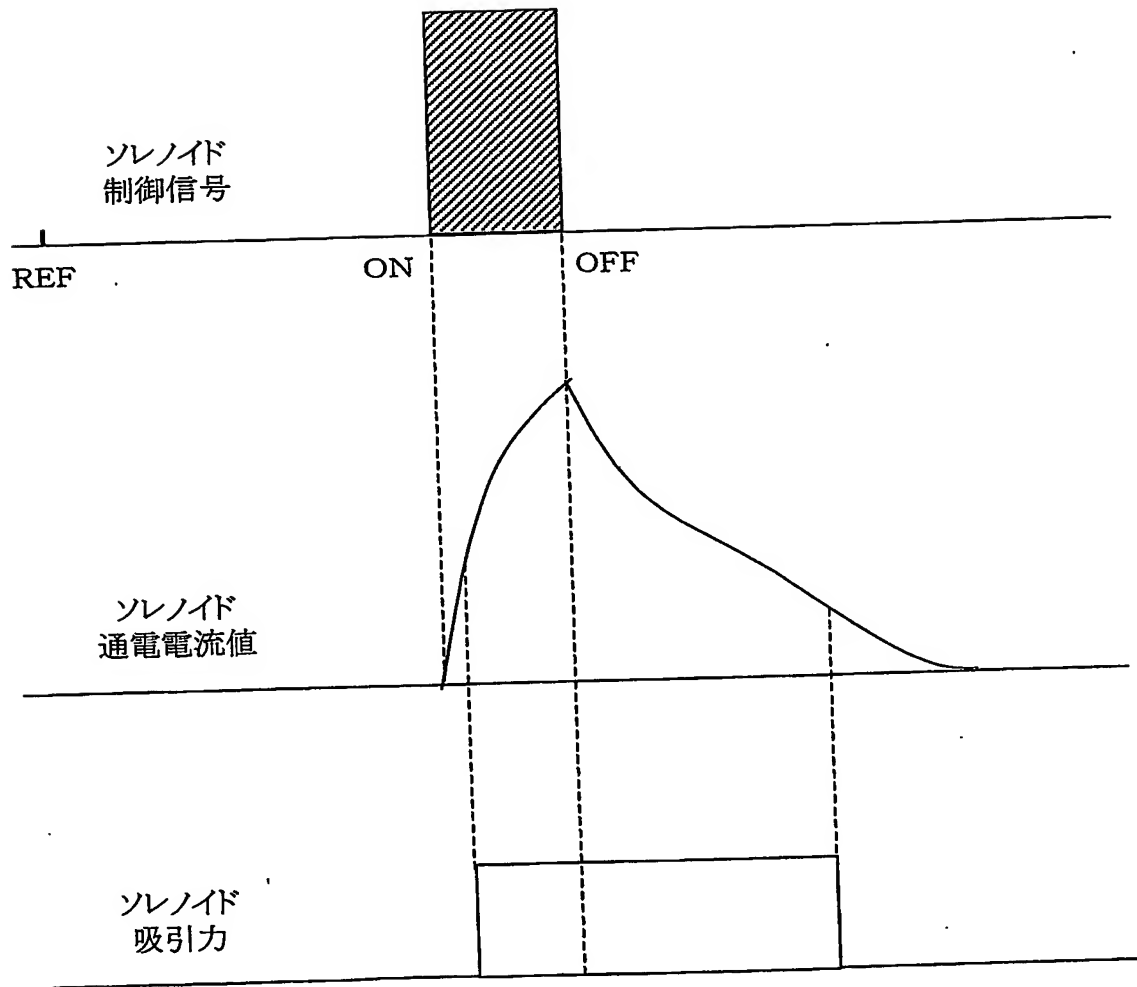


図 12

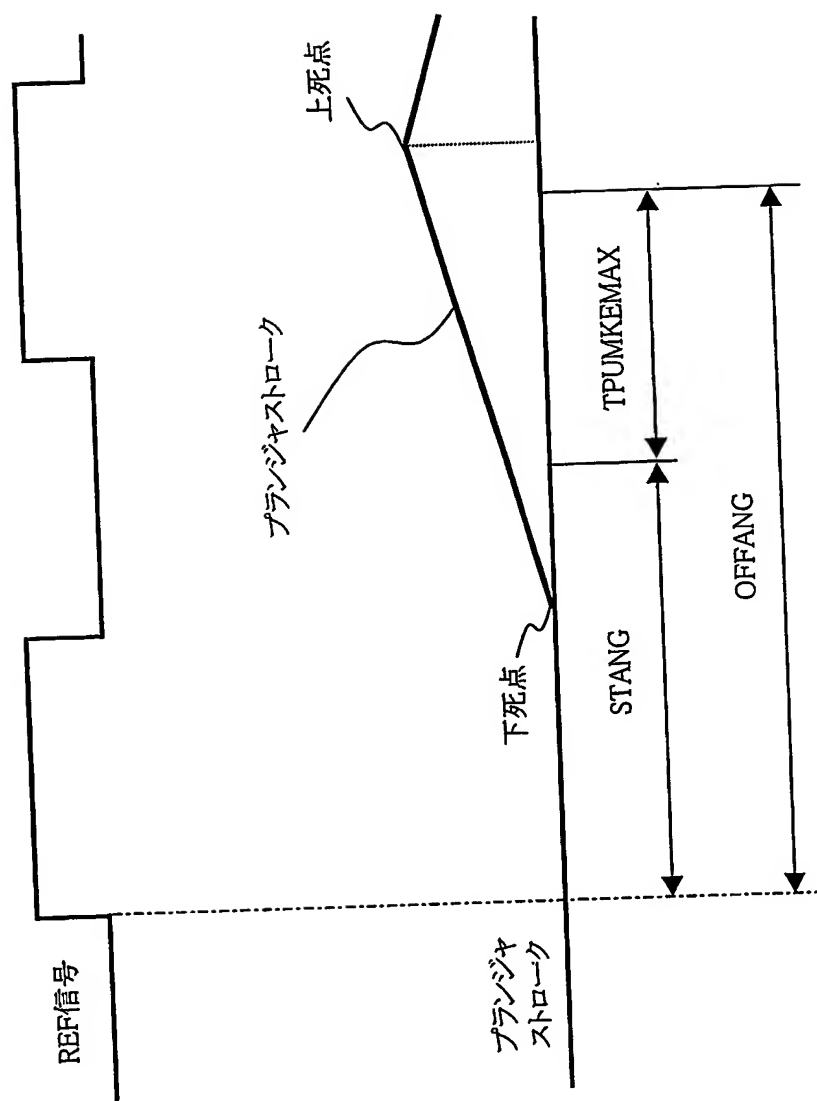


図 13

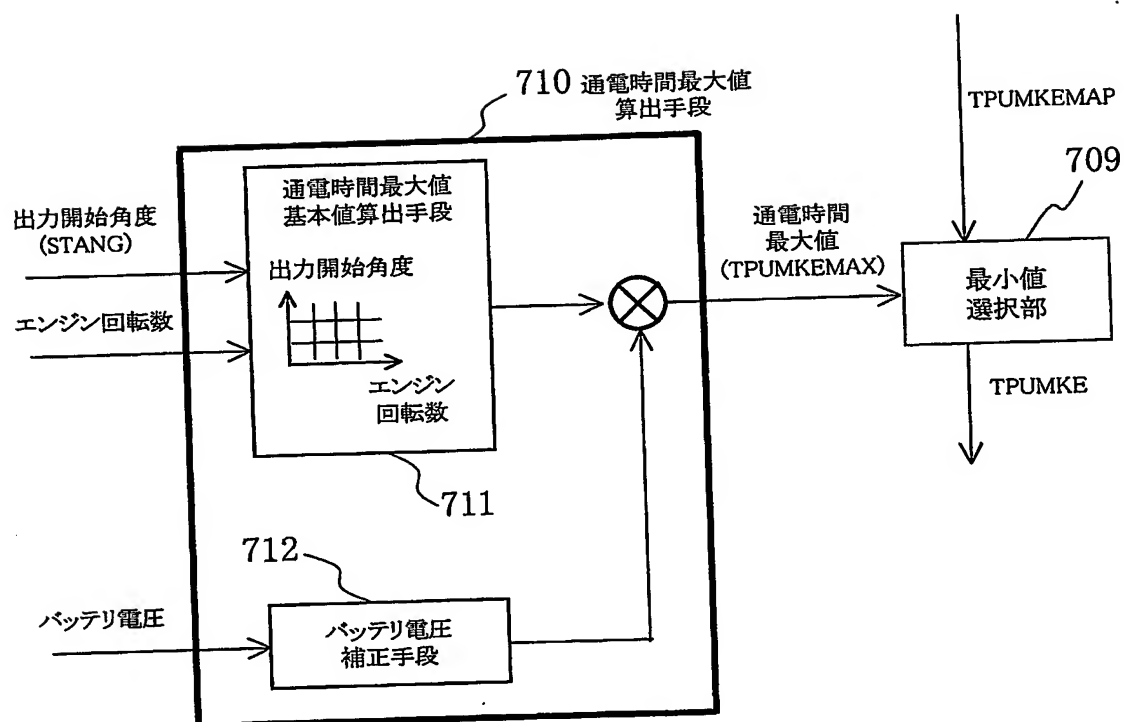


図 14

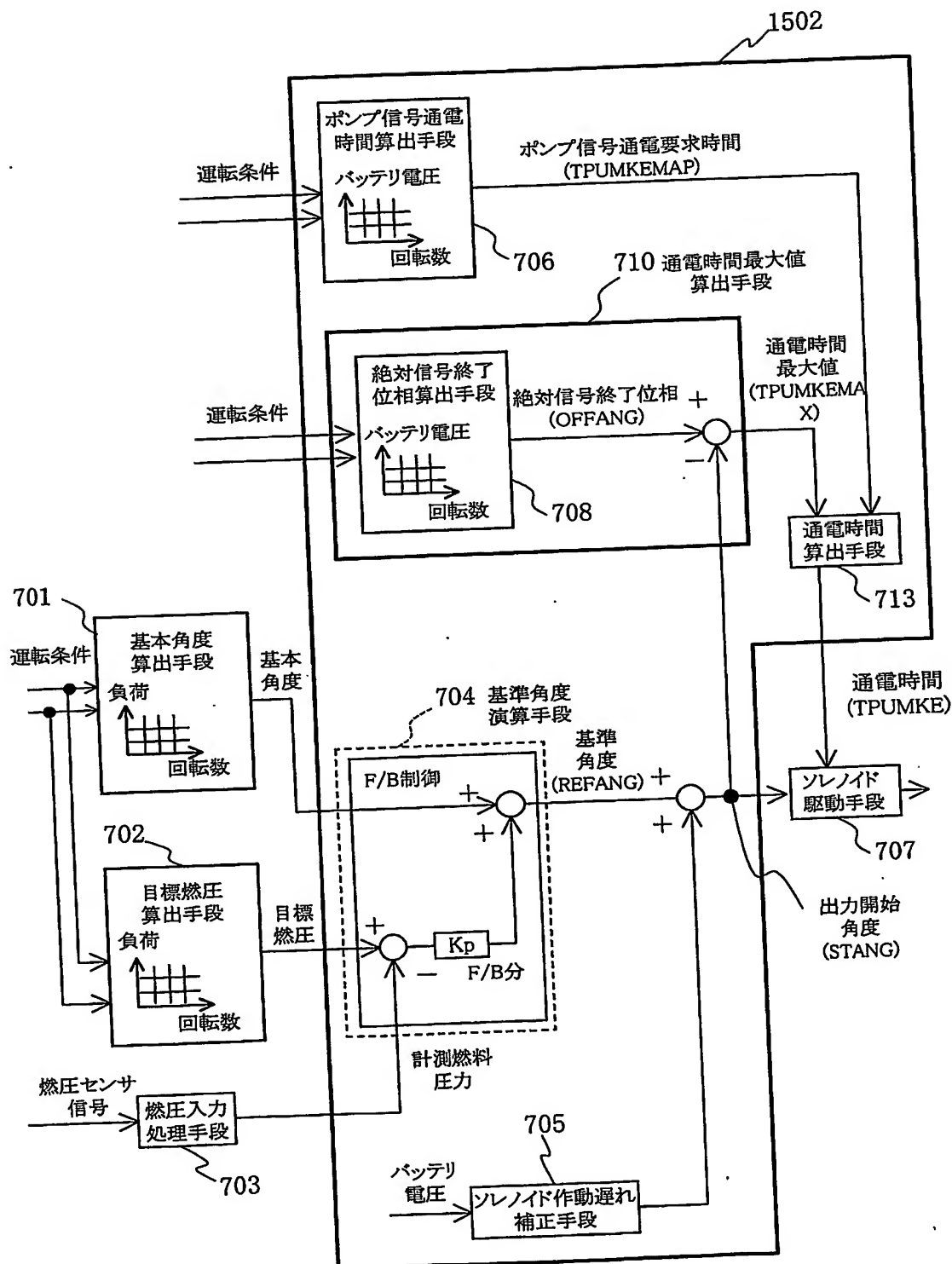


図 15

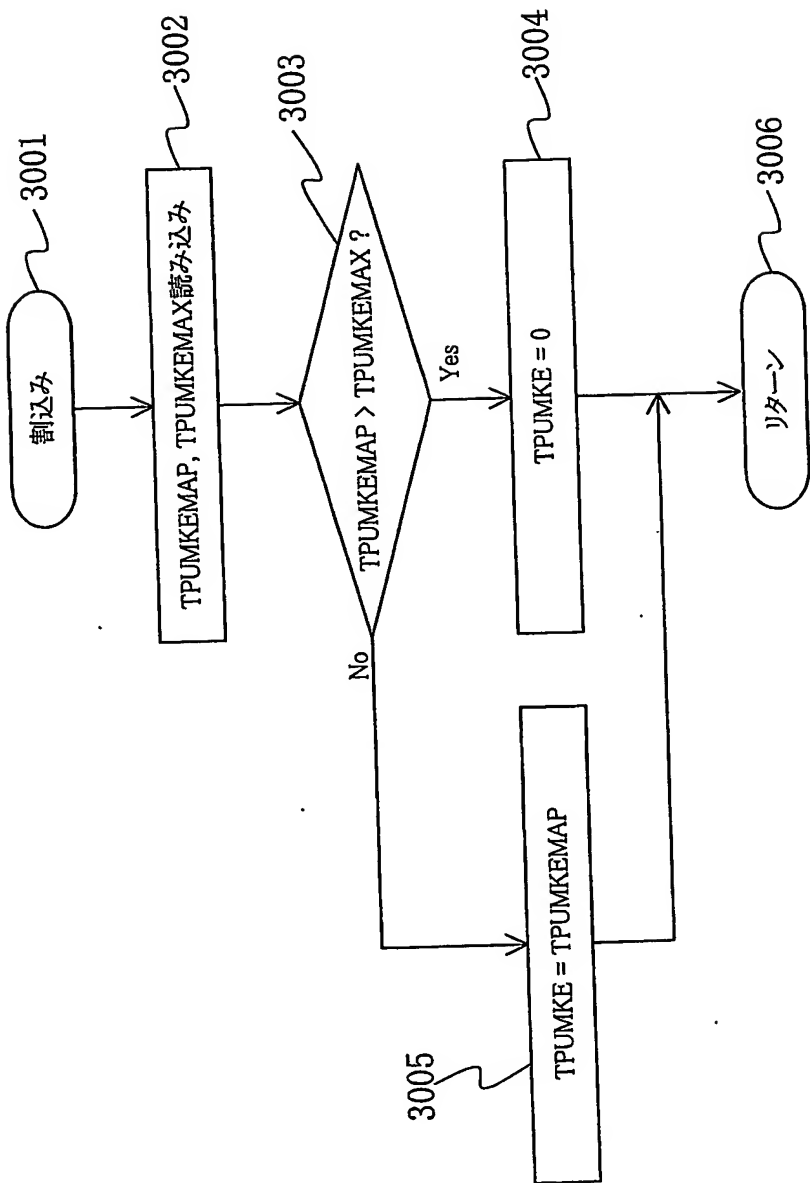


図 16

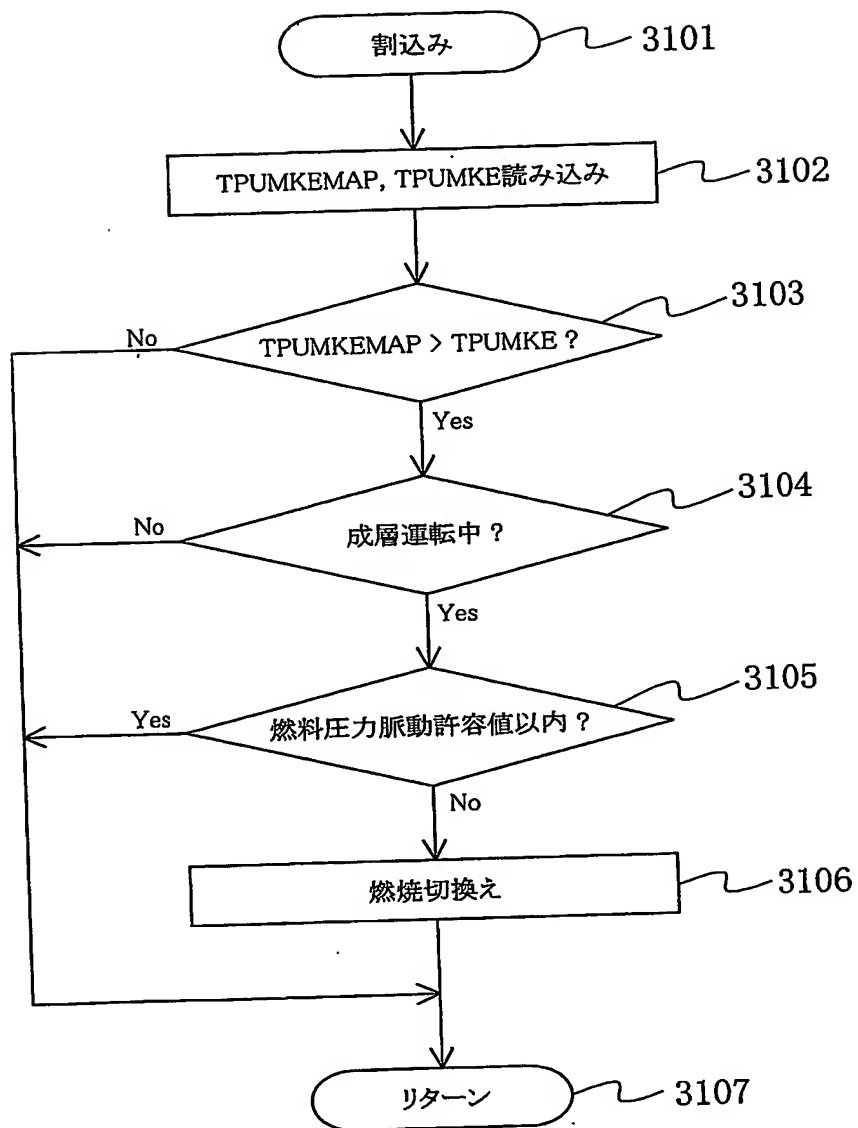


図 17

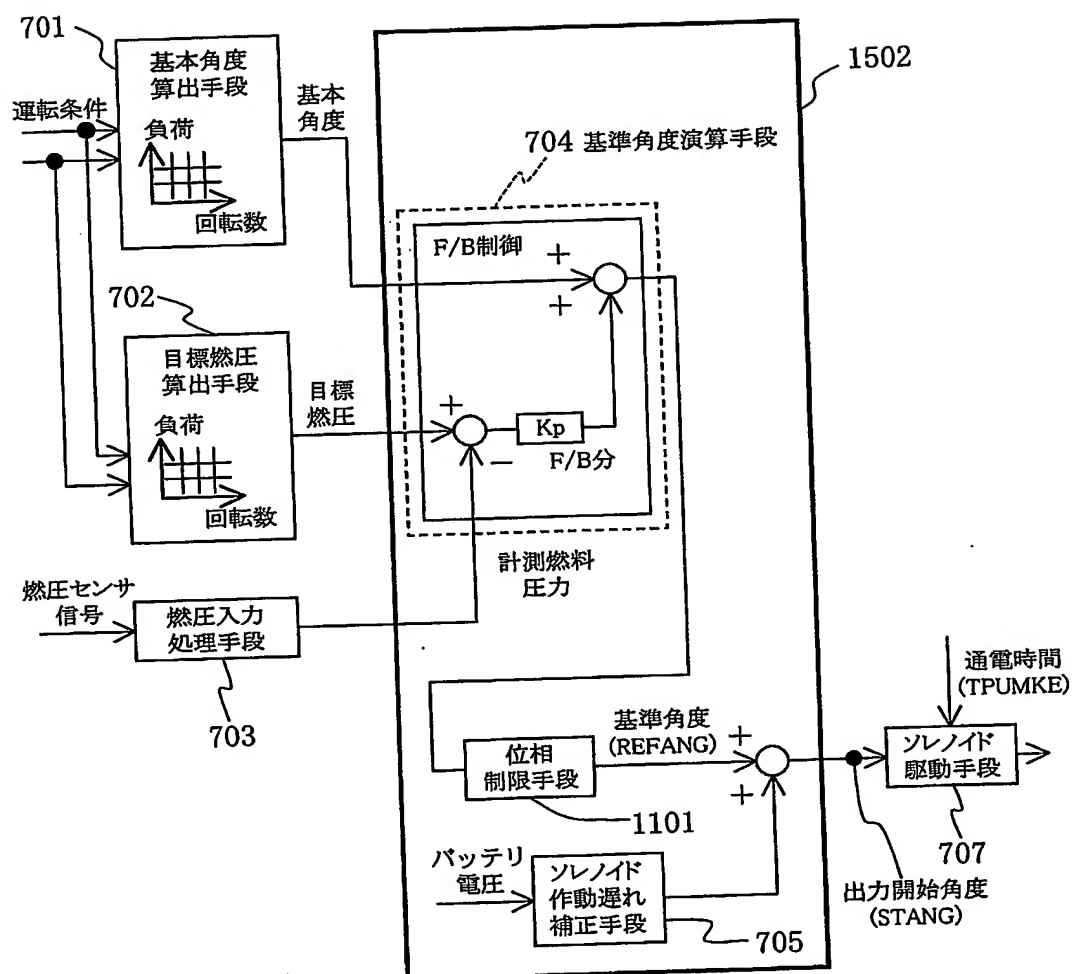


図 18

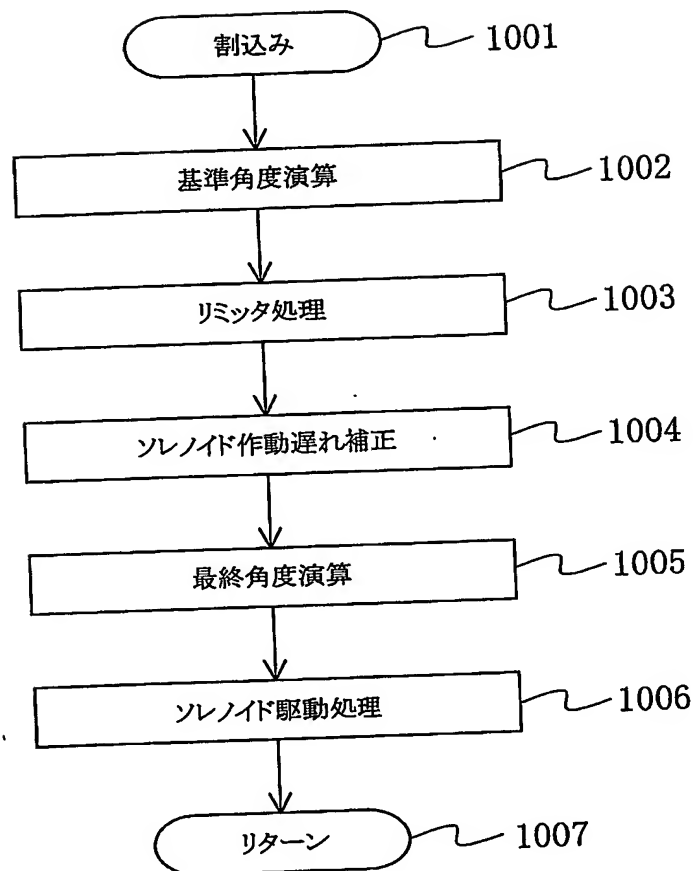


図 19

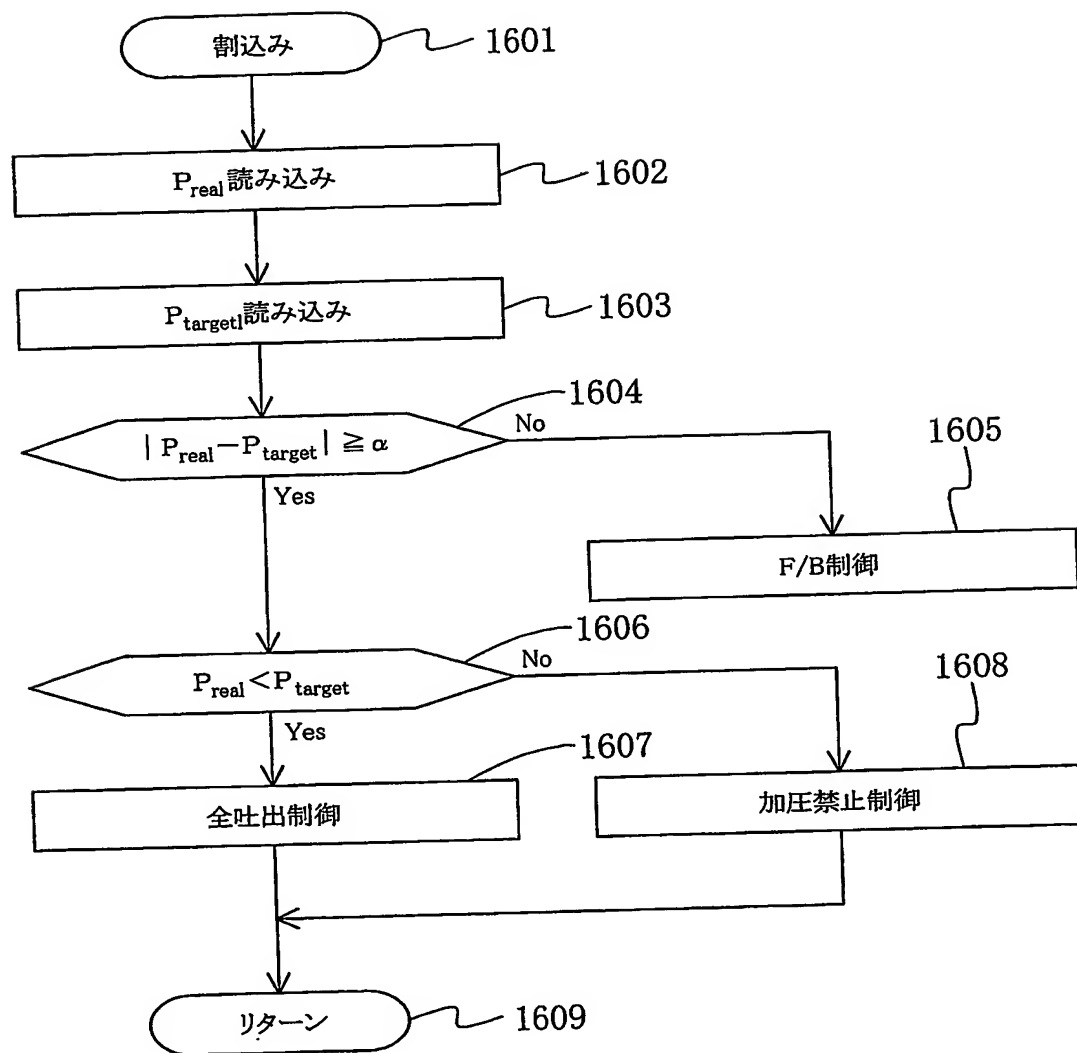


図 20

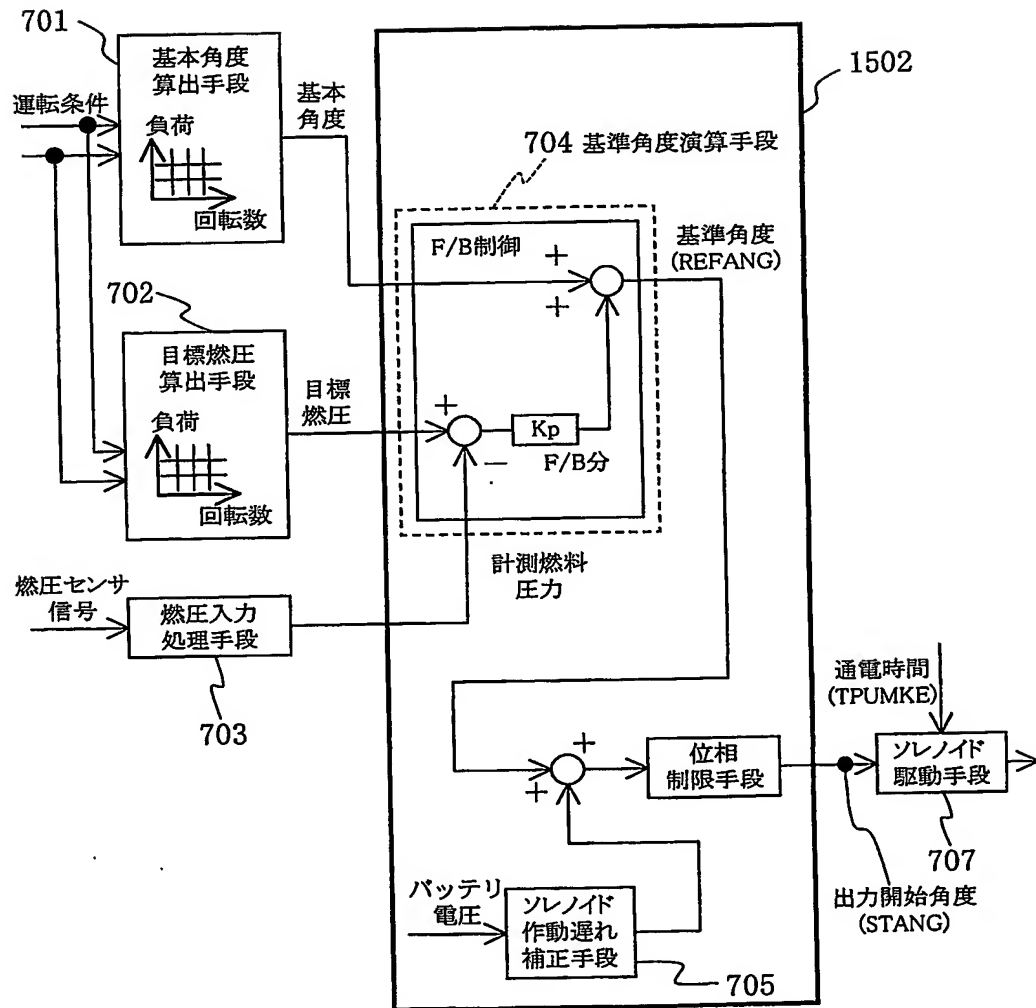


図 21

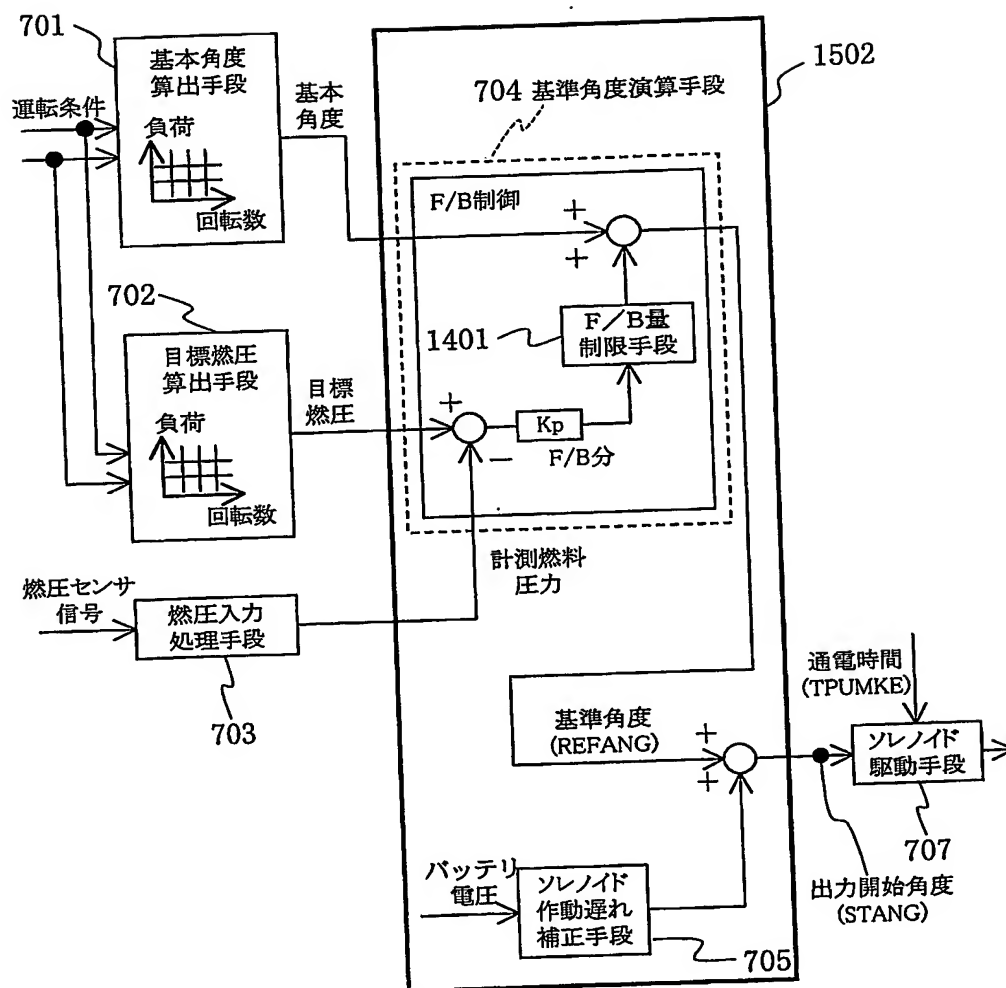


図 22

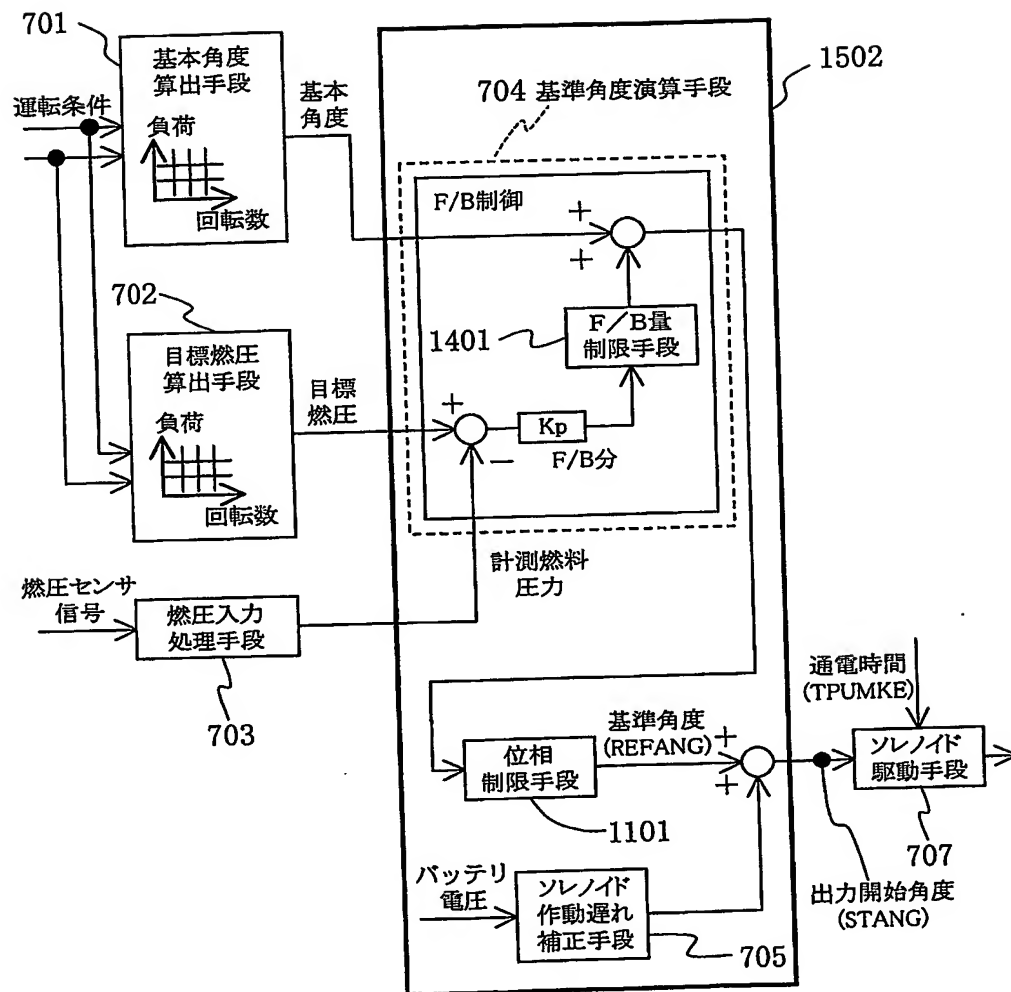


図 23

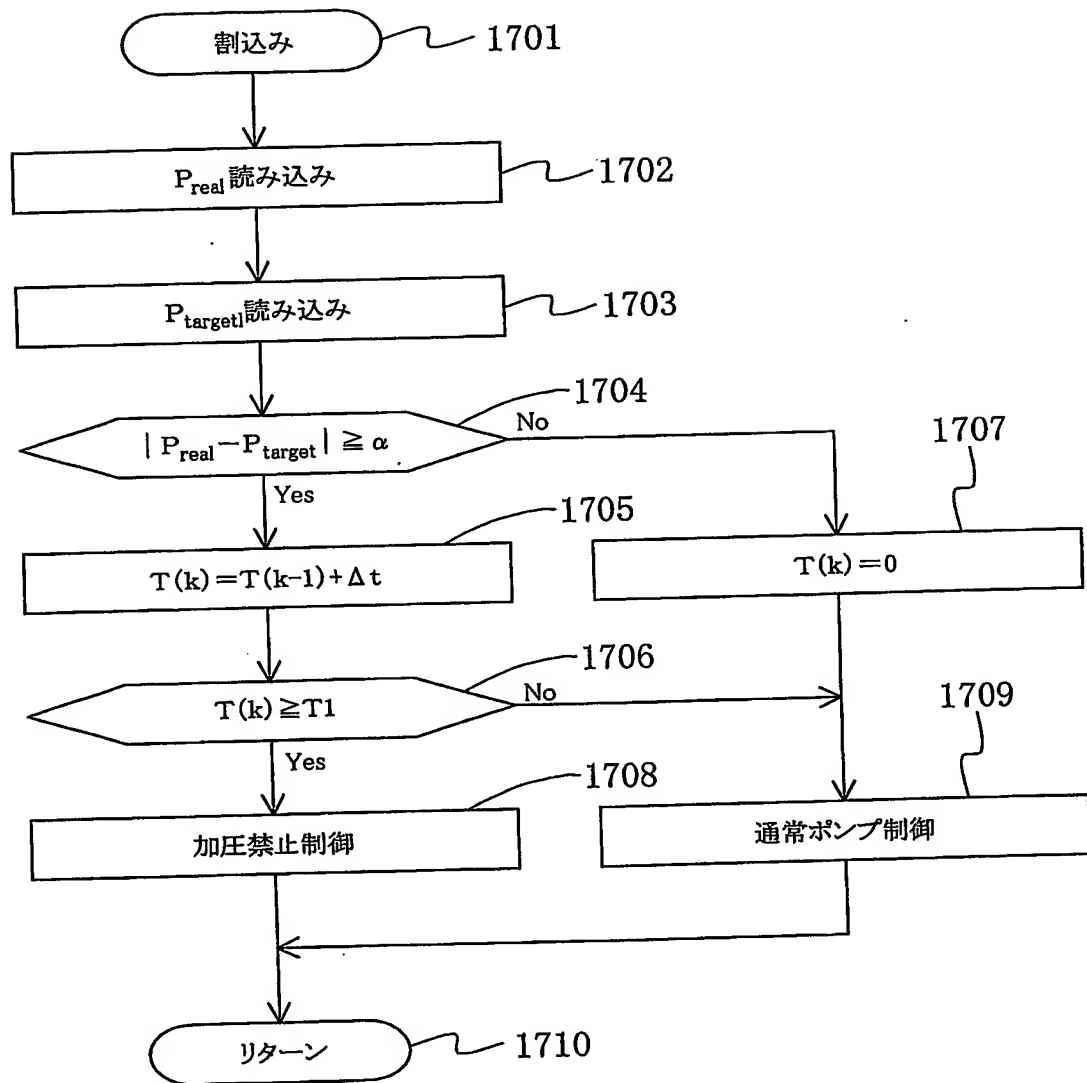


図 24

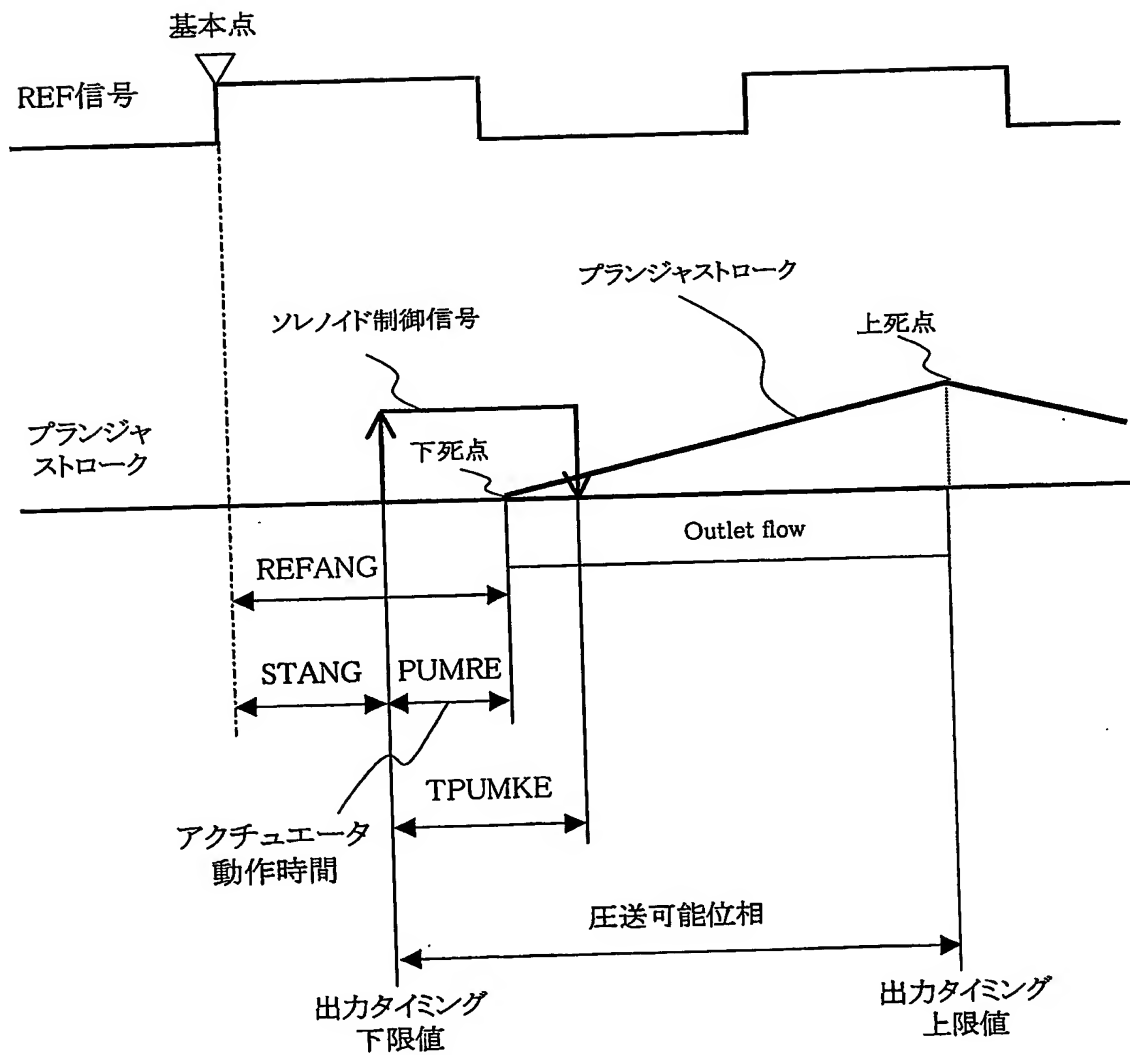


図 25

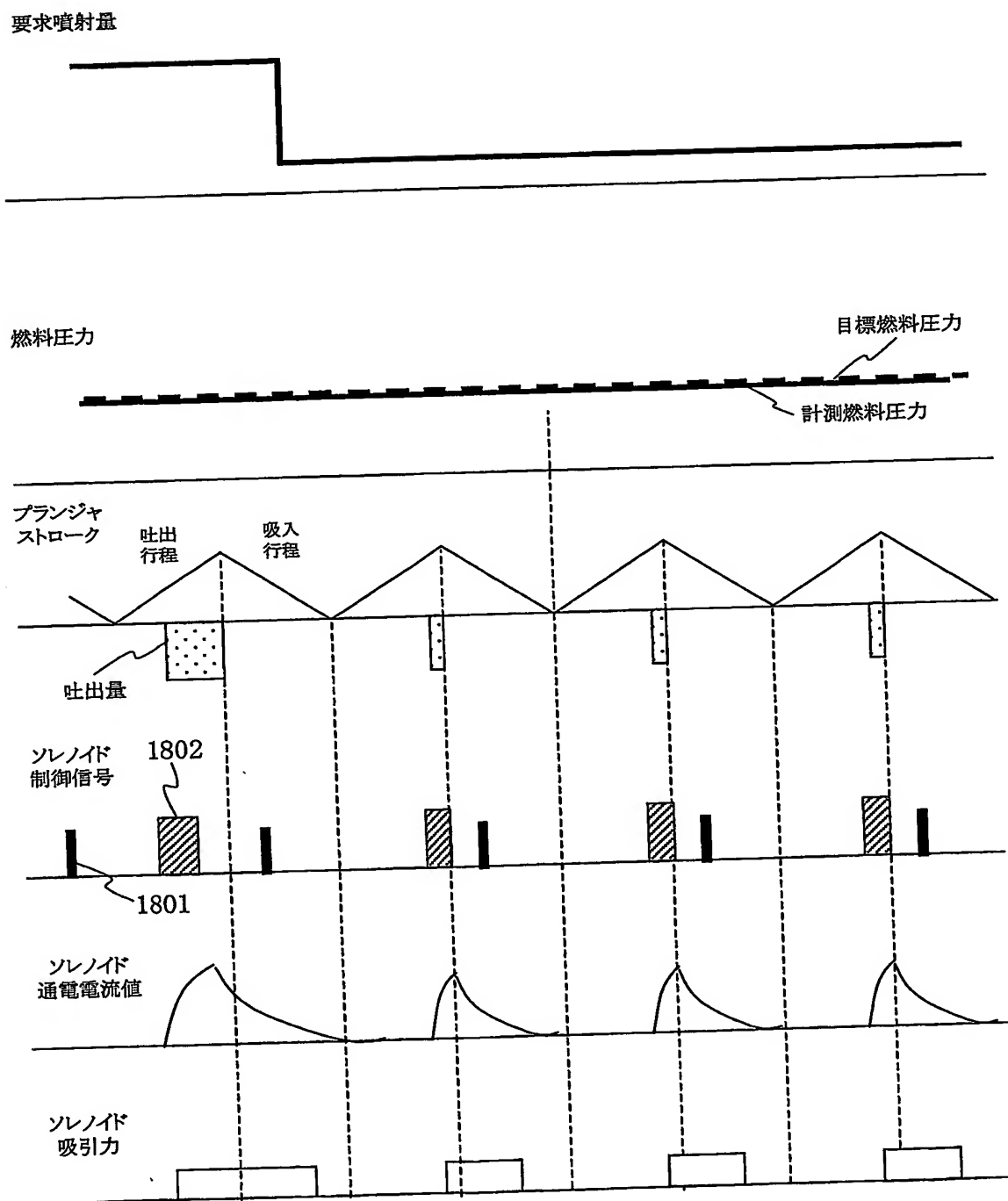


図 26

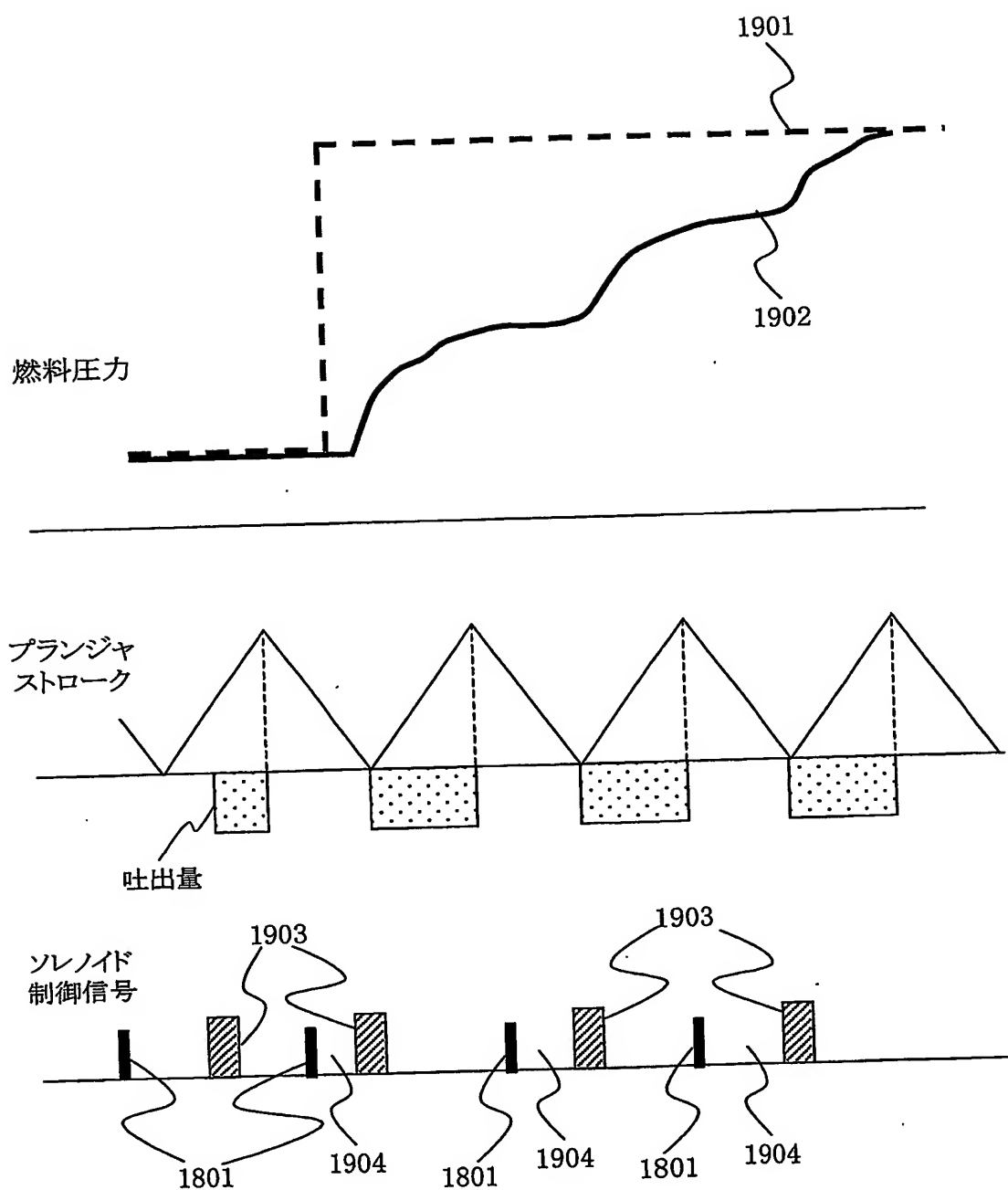


図 27

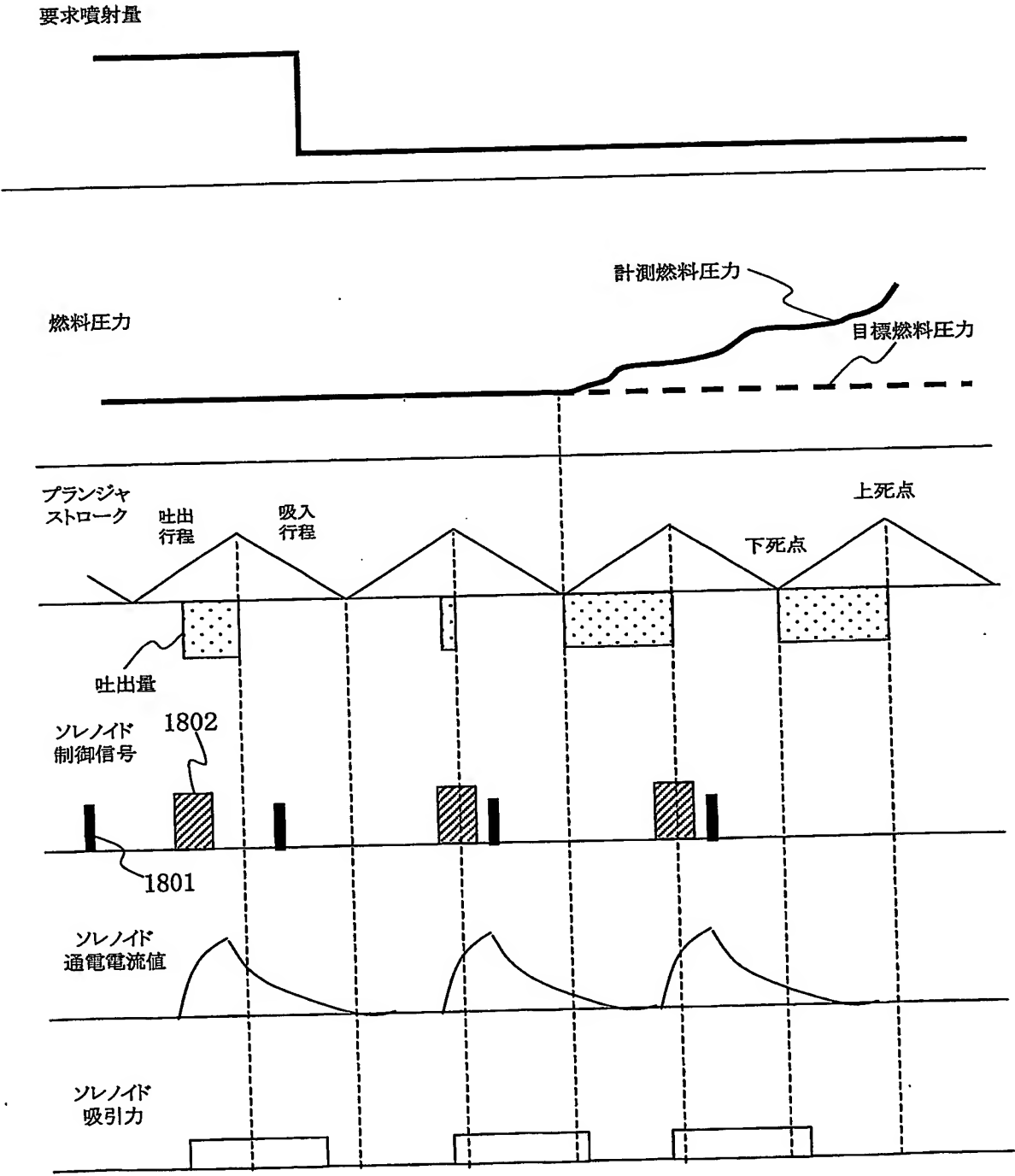
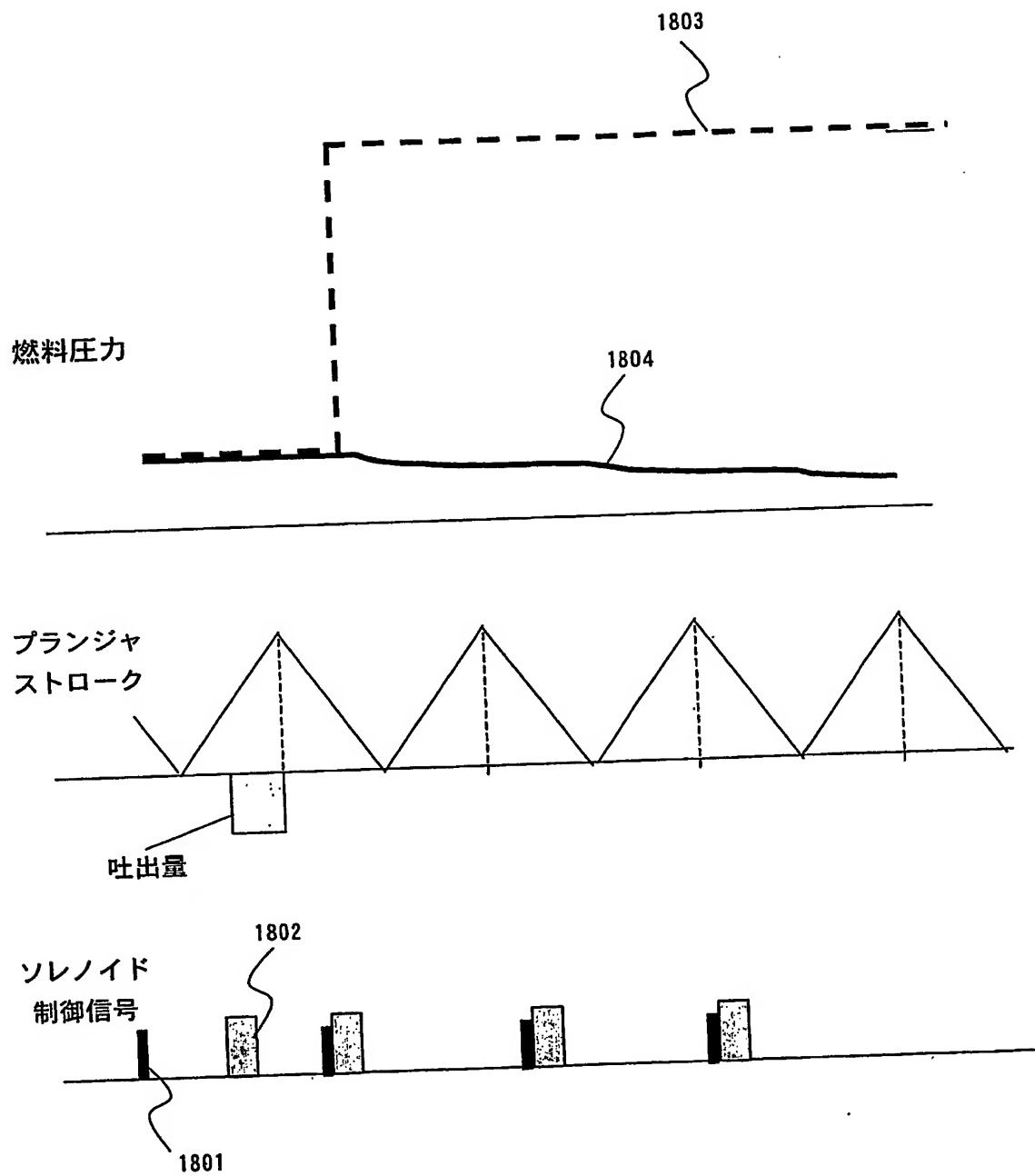


図 28



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/06162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F02M51/00, F02M59/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F02M51/00, F02M59/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-303325 A (Aisan Industry Co., Ltd.), 19 November, 1996 (19.11.96),	1-2, 4-8, 10, 18
Y	Full text; all drawings (Family: none)	3, 9, 11-17, 19-23
Y	JP 10-288105 A (Toyota Motor Corp.), 27 October, 1998 (27.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	3, 9, 11-17, 19
Y	JP 63-117147 A (Toyota Motor Corp.), 21 May, 1988 (21.05.88), Full text; all drawings (Family: none)	20-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 September, 2002 (20.09.02)

Date of mailing of the international search report
08 October, 2002 (08.10.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 F02M51/00, F02M59/34

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 F02M51/00, F02M59/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-303325 A (愛三工業株式会社) 1996. 11.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2, 4-8, 10, 18
Y		3, 9, 11-17, 19-23

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 20.09.02

国際調査報告の発送日 08.10.02

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 中村 達之



3G

2918

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-288105 A (トヨタ自動車株式会社) 199 8. 10. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 9, 11-17, 19
Y	JP 63-117147 A (トヨタ自動車株式会社) 198 8. 05. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	20-23